المُلونات في الأغذية

الأستاذ الدكتور
جاسم محمد



دار ومكتبة الكندي للنشر والتوزيع

الملونات في الأغذية

الأستاذ الدكتور

جاسم محمد

الطبعة الأولى

2015م /1436 هـ



المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2014/7/3146)

664.062
جندل، جاسم محمد
الملونات في الأغنية / جاسم محمد جندل، عمان، دار الكندي للنشر والتوزيع، 2014
( ) ص.
ر.أ.: 2014/7/3146
الواصفات: /الأغنية// الألوان// التصنيع الغذائي/

• يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

الطبعة الأولى

2015م/1436هـ



عمان – وسط البلد – تلفاكس: 4640597 6 962+
ص.ب 184248 عمان 11118 الأردن
dar_alkindi@yahoo.com

ISBN: 978-9957-523-87-9

الإهــــــــــــداء

الى زوجتي وأولادي واحفادي ....
الى كل قطرة عرق سفحت من اجل الخير........
الى كل يد مخلصة تبني............................
الى كل فكر نير يهدي.............................
الى كل ضمير يجود ويعطي........................
الى كل العاملين في هذا المجال...................
الى كل شهيد ضحى من اجل هذا البلد ....
أهدي ثمرة سهر الليالي...........................
الى كل من ساهم في ظهوره ....
أهدي هذا الجهد المتواضع ....
لعله يكون شمعة تساهم في إنارة الطريق ......

المؤلف

المقدمة

إن الحمد لله نحمده ونستعينه ونستهديه ونستغفره ونعوذ بالله من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا من يهديه الله فهو المهتدى ومن يضلل فلن تجد له ولياً مرشدا وأشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له وأن محمد عبده ورسوله أما بعد، يا مولاي يا حبيبي يا إلهي يارب العالمين ربي قد وهبتني ذرة من العلم من غير حول مني ولا قوة فلك الحمد ولك الشكر، رب اوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن اعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين، أسالك يا الله لا تحرمني من لذة النظر إلى جمال وجهك الكريم يوم المزيد، اللهم أني اشهد أني احبك، اللهم أنى أتوق لرؤيتك، اللهم أني أحب النظر إليك يا بديع السموات والأرض ياذا الجلال والإكرام ياحي يا قيوم، يا حبيبي يالله لا تحرمني ذلك أرجوك يا مولاي إليك يارسول الله يا حبيبي ويا مهجة فؤادي ويامن أتوق لرؤيتك وتقبيل يدك عند الحوض وأشرب من يديك الكريتين الشريفتين شربة ماء لا أظمأ بعدها أبداً يا من علمتنا ويا من بشرتنا ويا من هديتنا ويا من كنت رحمة لنا ويا صاحب أحن قلب وأرق فؤاد يا من ضحيت لنعيش ويا من تعذبت لنسعد ويا من صبرت وصابرت وعلَّمت وفقَّهت ويا من نسأل الله تعالى أن يحشرنا في لوائك وأن يكون لنا منزل بجوارك إليك يا حبيبي يا رسول الله صلى الله وسلم وبارك الله عليك وعلى آل بيتك الأطهار وأصحابك أجمعين ومن تبعك بإحسان إلى يوم الدين إليكما يا أحبتي إلى من أسال الله سبحانه وتعالى أن يجعلهما في أعلى عليين مع النبيين والصديقين والشهداء والصالحين وحسن أولئك رفيقا رب أغفر هم وارحمهما كما ربياني صغيرا والداي إلى حسنة الدنيا التي غمرتني بالمودة والسكينة والرحمة إلى التي شاركتني حياتي حلوها ومرها سهلها وصعبها إلى التي ووفرت لي من سبل الحياة والرضا والسعادة والتي صبرت وتعبت وسهرت الليالي وتحملت وعانت وساندت ووقفت مني المواقف العظيمة دوما وابدأ لي التي لولاها لما وجد هذا العمل طريقه للوجود ما لم يكن مطلوبا منك شريكة حياتي في الدنيا والآخرة إن شاء الله زوجتي إلى زينة الحياة الدنيا الذين أدعو الله أن يرضى عنهم فلا يسخط عليهم أبدا إلى أملي الكبير وحبي العظيم وفلذة كبدي ومهجة فؤادي وحاملي رايتي من بعدي ومستقبلنا إن شاء الله تعالى أولادي وأحفادي إلى الذين أتمنى هم السعادة في الدنيا والآخرة وأن يجمعنا سوياً في رحمته ورضوانه في جنات النعيم ولا

يتخلف أحدا عنا برحمته ورضوانه أخواني واخواتي وعـائلاتهم وذوي أرحامنـا إلـيكم جميعاً أيها المسلمين والمسلمات والمؤمنين والمؤمنات الأحياء منهم والأموات ومن هم حق علينا إلى يوم الحساب والى الذين أسأت إليهم وآذيتهم وظلمتهم سامحوني فقد سامحت كل من أساء إلي وظلمني وجعلت ثواب إساءتهم وظلمهم لي زكاة لي ادخرها عند الله عز وجل إلى جميع البشر الذين شاركتهم الحياة إليكم جميعا أهدى ثواب هذا العمل لا أقول لكم إلا جزاكم الله خيرا أسال الله العلي القدير لكم جميعا الرحمة والرضوان والجنة بجانب رسول الله صلى الله عليه وسلم في الفردوس الأعلى وانه على كل شئ قدير وبالإجابة جدير "وَالَّذِينَ آمَنُوا وَاتَّبَعَتْهُمْ ذُرِّيَّتُهُم بِإِيمَانٍ أَلْحَقْنَا بِهِمْ ذُرِّيَّتَهُمْ وَمَا أَلَتْنَاهُم مِّنْ عَمَلِهِم مِّن شَيْءٍ كُلُّ امْرِئٍ بِمَا كَسَبَ رَهِينٌ" الطور\21، جعلنا الله تعالي منهم أجمعين أسأل الله تعالى أن يكتب ثوابه لكاتبه وناشره وقارئه وكل من ساعدوني سواء بطريق مباشر أو غير مباشر بدون علمهم وأن ينفعهم هذا العمل في دينهم ودنياهم ويلهمهم دعوة صالحة يدعونها لي بظهر الغيب والله الهادي إلى سواء السبيل والله من وراء القصد الله اكبر ولله الحمد وله المنة على نعمة تأليف كتاب الملونات في الاغذية – تعريفها، أنواعها، أهميتها، فوائدها، تأثيراتها وعلاقتها بالأمراض، مضافات كمواد ملونة، قابلية ثباتها، تحليلها وتخليقها الحيوي وأقول والحق أقول بأنه ليس لي فضل في هذا العمل المتواضع سوى الفضل والمنة من الله الذي ألهمني ومنحني نعمة الاهتمام بالقراءة وألهمني الجمع والتنسيق والإعداد والتأليف وما أبغي من وراء ذلك سوى رضى الله والطمع في جنته وان اخرج من هذه الدنيا وقد أفدت الناس واستفدت وأن يكون هذا العمل لي صدقة جارية بإذنه تعالى تعينني على أهوال يوم القيامة وشدته وأسأل الله أن يجعل لي أجراً في هذا العمل اقتسمه أنا والذين أخذت عنهم معلومات من مؤلفاتهم وكتبهم ومن شبكة الانترنيت وكل من ساعدوني سواء بطريق مباشر أو غير مباشر بدون علمهم انه عليم بذات الصدور ولما كنت بشراً ضعيفاً فقيراً إلى رحمة ربي خطّاءً تواباً فأني أسال إخوتي أن يوجهوني إذا ما رأوا في هذا الكتاب خطأً أو سهواً أو ضعفاً مني في فهم شيء من قوانين الله تعالى أو تقصير أو خطأ علمياً في نقل أو تحرّ أو تفسير أو اجتهاد خاطئ أو تقصير ولهم مني جزيل الشكر والتقدير فالمسلم للمسلم كالبنيان المرصوص يشد بعضه بعضا وإني أسال الله تعالى أن يكون عملنا هذا خالصاً لوجهه تعالى ومتقبلا

وان يكون في ميزان حساناتنا "يَوْمَ لَا يَنفَعُ مَالٌ وَلَا بَنُونَ، إِلَّا مَنْ أَتَى اللَّهَ بِقَلْبٍ سَلِيمٍ" الشعراء\ 88،89 إني لا أنتظر من إخواني المؤمنين إلا كل مساعدة وعون وتوجيه فذلك لان الله قال فيهم "إِنَّمَا الْمُؤْمِنُونَ إِخْوَةٌ فَأَصْلِحُوا بَيْنَ أَخَوَيْكُمْ وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُرْحَمُونَ" الحجرات\10، واني أسال الله العظيم أن يلحقنا بإخواننا المؤمنين الصالحين "رَبَّنَا اغْفِرْ لَنَا وَلِإِخْوَانِنَا الَّذِينَ سَبَقُونَا بِالْإِيمَانِ وَلَا تَجْعَلْ فِي قُلُوبِنَا غِلًّا لِّلَّذِينَ آمَنُوا رَبَّنَا إِنَّكَ رَؤُوفٌ رَّحِيمٌ" الحشر \10، ولا أدعو إلا كما دعا يوسف عليه السلام وعلى رسولنا الصلاة والسلام "رَبِّ قَدْ آتَيْتَنِي مِنَ الْمُلْكِ وَعَلَّمْتَنِي مِن تَأْوِيلِ الأَحَادِيثِ فَاطِرَ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ أَنتَ وَلِيِّي فِي الدُّنُيَا وَالآخِرَةِ تَوَفَّنِي مُسْلِمًا وَأَلْحِقْنِي بِالصَّالِحِينَ" يوسف\101 واني أدرك تماما إن هذه تجربة جديدة علي ولذلك اسأل من إخوتي ألا يؤاخذوني إذا ما وجدوا خطا أو سهو أو تحليلاً خاطئاً فقد اجتهدت ما استطعت ولا أقول إلا كما قال شعيب عليه السلام وعلى رسولنا الصلاة والسلام "إِنْ أُرِيدُ إِلاَّ الإِصْلاَحَ مَا اسْتَطَعْتُ وَمَا تَوْفِيقِي إِلاَّ بِاللّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ" هود \88 وأسأل الله سبحانه وتعالى أن ينزع الكبر والكبرياء والفخر والتفاخر من قلوبنا وان يجعل كل حركاتنا وسكناتنا وانفاسنا وكل ما وهبنا خالصا لوجهه الكريم وان ينزع الغرور وفتنة العلم من قلوبنا ونفوسنا انه على كل شيء قدير وبالإجابة جدير والله تعالى ولي التوفيق.

المؤلف

الفصل الأول

الملونات

الملونات

نبذة تاريخية: يعود نجاح استخدام الملونات الطبيعية إلى آلاف السنين حيث سعت جميع الشعوب منذ القدم إلى تزيين معابدها ونصبها التذكارية بألوان عدة ولا تزال الأعاجيب التي حققها الآشوريون والبابليون بهذا الفن التزييني والمصريون خاصة تثير الدهشة في المنتجات العديدة الملونة التي عرفوها والأسلوب المتناهي بالمهارة في تحضيرها لإضفاء حيوية وألمعية عليها ولتنظيمها وجعلها ثابتة لا تتغير وقد عرف المصريون تقنية تثبيت الألوان وتوصلوا عبرها إلى صبغ نسيج بصبغات مختلفة الدرجة مستخدمين المادة الملونة نفسها وإن الحضارة المصرية القديمة والحضارات ما قبل الكولومبية في أمريكا اللاتينية على سبيل الذكر لا الحصر أقامت أسس ضروب الاستعمال التي امتدت من صبغ النسيج إلى صبغ الأغذية مروراً بتطبيقات جمالية محضة وقد تنوعت خاصيات هذه المنتجات بعد ذلك بزمن طويل لتضم صبغ كثير من المواد والمنتجات وصولاً إلى تخضيب المنتجات الصيدلانية ويبرز اللون بحضوره اليومي في جميع ما يحيط بالإنسان فهو يكثر في الطبيعة وقد عمل الإنسان منذ بواكير مراحل الثقافة البشرية على استخدامه استخداماً واعياً ومتنوعاً فقد طبقه على الطبيعة بصبغ السطوح الصخرية للكهوف حتى إنه استخدمه لصبغ جلده هو بالذات وقد أتاحت الخدمات التي قدمها اللون اجتياز مجالات واسعة من الوظائف بدءاً بتغطية سطح شيء ما إلى تمثيل فكرة أو مفهوم على نحو رمزي وتم إستخدام الألوان منذ قديم الزمان منذ سنة 1500 قبل الميلاد حيث استخدمت الألوان في الحلويات من قبل المصريين وفي 400 قبل الميلاد تم استخدام الألوان في النبيذ وكانت الألوان الطبيعية هي التي تستخدم حتى جاء عام 1856 عندما إستطاع العالم وليم هنري إنتاج أول لون صناعي ماوي أو الانيلين الشاحب من مقطرات قطران الفحم ثم توالت بعد ذلك إنتاج الصبغات الصناعية لما كان لها من مميزات في ذاك الوقت وتم إستخدامها في أوروبا ولكن في أمريكا تم وضع أول قانون يحدد إستخدام الألوان الصناعية في الغذاء سنة 1868 بالسماح بإضافة اللون الصناعي للزبد ثم تم السماح بإستخدام اللون الصناعي لتلوين الجبن سنة 1869 وفي عام 1895 تم تخليق صبغات para red, lethal red hansa yellow, واستعملت 8 مواد ملونة مختلفة في أنواع مختلفة من المنتجات عام 1900 واجري تقييم كيماوي وفسيولوجي للصبغات عام 1904 وتم تخليق التلويدين

الأحمر عام 1905 وفي عام 1906 ظهور أول تشريعات لاستخدام المواد الملونة وظهرت أول قائمة للألوان الصناعية وكانت تحتوي على 7 صبغات فقط تستخدم في التصنيع الغذائي هي أرثروسين، انديجونين، الاخضر الفاتح، النافثول الاصفر، البرتقالي-1، Ponceau Amaranth ولأن هذه الصبغات السابقة كانت غير كافية لتلوين العديد من الأغذية فأنه بدا البحث عن العديد من الألوان الأخرى حتى عام 1938 بدا القانون يسمح بإصدار شهادة لكل صبغة وبالوصول إلى سنة 1990 كان هناك أكثر من 80 لون صناعي يستخدم في تلوين العديد من المنتجات الغذائية ثم تم إستخدام هذه الصبغات بعد ذلك في تلوين الأدوية وكذلك مستحضرات التجميل وفي عام 1950 حدد استخدام المواد الملونة الأمينة صحيا وعام 1994 استخدمت المواد الملونة الطبيعية في السوق، ومع مرور الوقت والإهتمام بالصحة وإدراك أن هناك بعض المواد السامة التي قد توجد في الصبغات التي تلون الغذاء وكذلك إستخدام بعض مصنعي الأغذية الألوان لإخفاض قلة جودة المواد الغذائية بإستخدام بعض الصبغات التي كانت تصنع من مشتقات الفحم بدأ إصدار القوانين التي تمنع إستخدام المواد الملونة الصناعية إلا بعد إجراء اختبارات سمية وكيميائية عليها.

الحواس الخمسة

هي الرؤية vision، السمع hearing، حاسة اللمس touch، حاسة الذوق taste وحاسة الشم smell وحاسة الرؤية تلعب دوراً مهماً ومستمراً في الخبرة اليومية وهي تعتمد على العين لإعطاء معلومات لعدد من القرارات الروتينية حيث تكون الاستجابة للمعلومات على أساس الإشارات المرئية لتقبل أو رفض تلك المعلومات على أساس أهميتها والطلب لها ومثل التعرف على الناس، اختيار المظهر للماء، تحذيرات إشارة المرور، تفسير فيما إذا المظهر الجمالي، انتخاب الغذاء اليومي، شراء الغذاء، عمليات الطبخ والاستهلاك ويحتاج الأفراد الى قرارات وأعمال تؤدي الى قبول أو رفض الظواهر لنوعية الغذاء وظهور الغذاء ذو صدارة في عملية اختيار وتناول الغذاء ويمكن اختيار الغذاء بواسطة العديد من العوامل والأساس لتلك العوامل قابلية التوافر ويمكن تجهيز أنواع مختلفة من المواد الغذائية الذي تختلف في نوعها أو طبيعة التشابه بسبب تجهيز أنواع مختلفة منها ويمكن حفظ الأغذية إما

مبردة أو مجمدة وهذا يعتمد على رغبة المستهلك لشراء تلك الاغذية والية السلوك البشري في هذه العملية الانتخابية، شراء المواد الغذائية، تأثير تلك العوامل على ظهور اللون في الغذاء أو تعبئة الغذاء وهي تعتمد على تجهيز المستهلك مع الأمان وكلمة غذاء تغطي مدى واسع من المواد والمنتجات وعند تعريف الغذاء يجب أن يكون مأكول ويأخذ العديد من الأنواع وقد يكون خام أو طازجة مثل الخضراوات الطازجة، الفواكه، اللحوم والأسماك الى منتجات ألبان مثل الحليب، الزبد، الجبن، اليوغارت والمنتجات المعجنات والمطبوخة مثل الخبز، البسكويت والوجبات المحضرة بالإضافة الى المواد الأساسية من الغذاء المجهز هناك زيادة الطلب للأغذية الجاهزة مع العديد من المكونات، الازدواج مع مدى من المواد الخام وهي العمليات الذي تستعمل للإنتاج والتغير والحفظ وهذه العمليات تتضمن سحب الماء، التعليب، التبريد، التجميد والخزن، كل تلك تستحدث تغيرات الى الغذاء من محاسنها الخبز أو مساؤها هو استحداث الاسمرار غير المرغوب، فقد تركيز الصبغة والتغيرات في التركيب البنائي للغذاء الذي يخفض الجاذبية وخلال كل تلك الطرق فيما إذا اللون والمظهر يتغير وتفاعلات المستهلك الى المنتج وتأثيره عليه، اللون الطبيعي الموصوف سابقا معروف ويستعمل على نطاق واسع بواسطة الصناعات الغذائية والمشروبات والألوان الأخرى تتضمن السافرين، اللايكوبين carethamus,monascus, و gardenia بالإضافة الى ذلك عناك عدد من المواد المضافة الى الغذاء والمشروبات للأغراض الأخرى مع تأثيرات لونية ثانوية واستعمال اللون الطبيعي يتعرض الى تحديدات وتشريعات مختلفة حول العالم وتحديدات موقعيه قبل الاختيار والمحلول النهائي.

الإدراك الحسي البشري

تتضمن ثلاث مكونات في الكشف البشري للون هي العين، النظام العصبي والدماغ الإدراك الحسي المرئي يقسم الى مرحلتين، في المرحلة الفيزياوية، ينبعث جريان شعاعي بواسطة المادة الذي تمر خلال العدسات البلورية لتكوين الصورة في الشبكية الحساسة للضوء وان النقطة الحرجة تصل عندما الصبغات اللونية الحساسة للضوء من خلايا نهاية الشبكية تمتص تدفق الإشعاع وبعد هذه الخطوة فأن الظاهرة لا تكون ضوئية أو فيزياوية أطول، وفي البقعة الصفراء الذي تقع في المنطقة المركزية

من الشبكية فأن توجد الصبغة الصفراء غير الحساسة للضوء وهي ليوتين كاروتينويد وهذه المنطقة مسؤولة عن امتصاص الطاقة المشعة وان تحويل المحفز الفيزياوي الى استجابة عصبية تكون وسيطة بواسطة تركيب بنائي معقد الذي فيه خلايا العصيات، الأقماع، الأفقية، ثنائية القطبية، عديمة الألياف الطويلة، العقدية، والإشعاعية وان مكتشفات ضوء الشبكية مكونه من الخلايا العصوية والقمعية فالعصيات تسمح لرؤية في ظروف الضوء الخافت di وأقصى حساسية في 500 نانوميتر والذي لا يبحث رؤية اللون وان الأقماع تظهر اقل حساسية الى الضوء إلا إنها أكثر حساسية الى اللون وفي العين البشرية هناك أكثر عدد من العصيات (100 ملون) من الأقماع (3 مليون) وان وجود ثلاثة أنواع من مستقبلات الأقماع في الشبكية يكون مقبول ويقترح البعض وجود أربعة ومستقبلات الأقماع الحمراء R، الخضراء G والزرقاء B وكل نوع من مستقبلات الأقماع تملك منحني استجابة تحت تأثير طول موجي ضوئي معين وان تحفيز مستقبلات الأقماع بواسطة نفس الضوء ينتج ثلاث استجابات مختلفة وان الخليط لتلك الاستجابات يفسر بواسطة دماغ الإنسان بشكل لون، ولا تعتمد على كثافة اللون، فالأقماع تظهر حساسية في مدى واسع من الطيف الكهرومغناطيسي إلا إنها تملك أقصى حساسية الذي تتميز وتجهز كثافة قمعية معينة وان كل نوع من الأقماع يملك طول موجي لأقصى كثافة وهي أقصى قمع احمر في طول موجي 565 نانوميتر الذي يكون للقمع الأخضر في طول موجي 530 نانوميتر وفي الأزرق في طول موجي 435 نانوميتر، تتركز الأقماع في المنطقة المركزية من الشبكية الذي تسمى fovea وهي مساحة أعظم حدة رؤية وان الأقماع الحمراء، الخضراء والزرقاء تمثل 64% مقابل الأقماع الحمراء، و32% الى الخضراء و4% الى الزرقاء وهذا هو عامل سيطرة مهم في الإدراك الحسي اللوني وان الاستجابة المرتبطة للأقماع تنتج منحني مع أقصى حساسية في طول موجي 550 نانوميتر تحت الرؤية الضوئية أي الرؤية المكيفة لضوء النهار وان أقصى قيمة بين أقصى قمم حساسية للأقماع الحمراء والخضراء وان أقصى قيمة لا تتقابل مع قمة منحني الطيف للضوء النهاري إلا إنها تتحول الى جهة منطقة الطيف الأحمر وهذا هو التأثير الفسيولوجي وهو الخياز الأحمر– الأخضر في رؤية اللون مما تنتج أقصى حساسية الى اللون الأخضر، وفي انتقال المحفز الفيزياوي خلال الجهاز العصبي والتفسير بواسطة الدماغ وان العديد من صبغات الرؤية ترتبط الى صنف معين من البروتينات (Opsins)، مشتق بيتا كاروتين وفيتامين A و-11

cis-retinol الذي ترتبط الى الاوبسين وان التغيرات الكيماوية والتركيبية للصبغات لمركبات البروتين وان كثافة الاوبسين لها علاقة مع الإدراك الحسي للون وان حساسية الأقماع المختلفة مرتبط مع التباينات في 15 من مجموع 348 حامض أميني في البروتينات القمعية.

ظاهرة اللون

اللون هو إدراك حسي الذي يكون مهم للاستجابة الى مدى ضيق من الطيف الكهرومغناطيسي الذي ينبعث بواسطة مصدر ضوئي مثل ضوء الشمس واللون نفسه لا يملك لون ولا يوجد اللون بنفسه وان اللون هو إدراك حسي نسبي وعندما المادة الملونة يتم وصفها فان المعلومات حول ظروف القياس يمكن تجهيزها مثل نوع ونوعية الضوء والخلفية ونفس التحفيز الفيزياوي ينتج استجابات مختلفة في كواشف مختلفة وان اللون يمكن تقسيمه الى مرحلتين هما المرحلة الأولى تتألف من ظاهرة فيزياوية نقية وتحتاج ثلاث عناصر هي المصدر الضوئي، المادة بصورة عامة والكاشف مثل العين وdiode الذي تكون وظيفته على نفس الأساس ككاميرا فوتوغرافية والمرحلة الثانية هي عملية معلومة غير كاملة ومعقدة وان مستقبلات العين تنتقل المعلومات الذي يفسرها الدماغ كلون ويعتمد اللون على الضوء وعلى مصدر الضوء وان الضوء يتركب من إشعاعات موجبة مختلفة وضوء مرئي مهم بالنسبة الى اللون فاللون المرئي هو إشعاع مع طول موجي بين 380 و750 نانوميتر وهو جزء صغير جدا من الطيف الكهرومغناطيسي وكل الألوان المستلمة بواسطة العين البشرية المرتبطة مع إشعاع الضوء في هذا المدى من القيم وهي البنفسجي – الأزرق بين 380 -480 نانوميتر، الأخضر بين 480 – 560 نانوميتر، الأصفر بين 560 – 590 نانوميتر، البرتقالي بين 590 – 630 نانوميتر والأحمر بين 630 – 750 نانوميتر، في تقييم اللون، فأن الهدف يكون مضاء ويحصل تداخل الظاهرة الفيزياوية المختلفة الهدف – الضوء الملاحظة هي الانبعاث، الانكسار، الامتصاص، التشتت وفي ظاهرة الانبعاث فأن الضوء يذهب خلال الهدف ولا يتغير ومن ثم يكون الهدف شفاف وان الهدف عديم اللون ينقل كل الضوء مع استثناء كمية قليلة الذي ينعكس وعندما ينتقل الضوء بواسطة تأثير العمليات المختلفة وعندما يكون الهدف اسود فأنه يكون

معتم فالانعكاس يمكن ملاحظته عندما ينتقل الضوء خلال وسطين الذي تملك كثافات مختلفة وان الضوء ينقل خلال الوسط مثل الهواء ومن ثم يذهب خلال الوسط الثاني مثل الماء ولأي من الوسطين فأن معامل الانكسار يمكن حسابه.

معامل الانكسار = سرعة الضوء في الوسط الأول\سرعة الضوء في الوسط الثاني

فأن معامل الانكسار يعتمد على الطول ألموجي للضوء وهذا يمكن ملاحظته عندما يمر الضوء خلال المنشور وكل مكون من الضوء الأبيض المنتقل في سرعتين مختلفتين وكل المكونات يمكن ملاحظتها مثل اللون الأحمر، الأصفر، الأخضر، الأزرق والبنفسجي وفي ظاهرة الامتصاص، فأن الضوء يمتص أو يفقد كضوء مرئي عندما يتداخل مع المادة وعندما يمتص الهدف فقط جزء من الضوء والذي تظهر ملونه وعندما كل الموجات الضوئية ممتصة وان الهدف يظهر اسود وعندما ولا طول موجي ممتص فان الهدف يظهر ابيض وان بعض المواد تمتص الضوء في المنطقة فوق البنفسجية يليه بواسطة انبعاث الضوء في المنطقة المرئية وهذا عملية وميض أو فسفرة وهذه العملية يمكن فهمها وان الفلورة هي عملية سريعة بينما الفسفرة الومضية هي عملية بطيئة وان المادة الومضية تطبق على نطاق واسع في الصناعة كمادة مبيضة أي أن المادة تظهر كمبيضة أكثر من بيضاء وكمية متساوية من الامتصاص ناتجة عندما يمر الضوء خلال سمك متساوي من المادة وان كميات متساوية من المادة الممتصة ناتجة عندما الضوء يمر خلال كميات متساوية من المادة الممتصة ورياضيا فأن الامتصاص يتناسب طرديا الى الكمية المطلقة من المادة الممتصة.

الامتصاص = سمك المادة × تركيز المادة الممدصة

الامتصاص = ثابت × سمك المادة × تركيز المادة الممدصة

قانون لامبرت – بير نافذ في قيم بعض التراكيز والذي تكون فقط عندما الأطوال الموجية الفردية للضوء تكون مستعملة بالإضافة الى ذلك ليست كل المواد تخضع لهذا القانون وفي ظاهرة التشتت فأن الضوء يكون متشتت عندما يتداخل الضوء مع المادة وبعد هذا التداخل، فأن الضوء ينتقل في اتجاهات مختلفة وان تشتت الضوء

مرتبط مع التداخل بين الضوء والجزيئات في وسط الانتشار وان التشتت يكون ملاحظ فقط عندما الجزيئات ووسط الانتشار تملك معامل انكسار مختلف وان حجم الجزيئات للصبغات تملك تأثير مباشر على اللون وفي تداخل المادة – الضوء فأن جزء من الضوء يتشتت والجزء الآخر ينتقل عندما تكون المادة شفافة وعندما يتشتت الضوء يكون كثيف الذي لا يسمح بنفاذ الضوء ومن ثم يكون الهدف معتم وان التشتت يكون شائع جدا وان اللون السماء الأزرق من الضباب الأبيض ومعظم اللون الأبيض بسبب هذه الظاهرة وان المادة البيضاء لا تظهر امتصاص وكل مكونات الضوء تتشتت بنفس الكمية وفي تقييم اللون، فأن الإدراك الحسي للون يعتمد على الضوء الذي لا يمتص بواسطة الهدف وان اللون هو ظاهرة معقدة الذي فيها كل من الظواهر أعلاه بالإضافة الى الظواهر الفيزياوية الأخرى مثل التعكير، اللمعان، الضبابية، الوميض ويمكن تقييم المادة الذي تملك ضوء والذي تتميز بواسطة الخواص الطيفية مثل منتجة الانبعاث للهدف الشفاف، الانعكاسية للهدف المعتم إلا أن كلا من المنحنيات تكون لازمة للمواد الشفافة وان الهدف الملون الشفاف يعكس الضوء للون نفسه ويمتص ذلك الألوان المتممة وخلال عملية اللون على المادة من الواضح والمكن إيجاد اللون الأحادي ومن اللون المستلم الأحمر، الأصفر، البرتقالي، الأخضر، الأزرق والشاحب وهذه تشير الى الإدراك الحسي الذي يفقد تفاوت اللون وان اللون المنتج بواسطة وسط المادة الذي لا يملك لون.

نوعية اللون

لون الفواكه هو أحد الصفات النوعية المهمة وقبولية المستهلك يمكن تقديرها بواسطة اللون أولا والصفات الاخرى مثل الطعم، النسجة ثانيا وان المظهر الطبيعي للفاكهة هو ذات قيمة موجبة بينما التحذير هو الخبرة عندما توجد الفاكهة بلون غير متوقع الذي يكون متحلل كنتيجة تلف أو عدم العناية بالتداول للفاكهة وهناك العديد من طرق السيطرة النوعية الذي تستعمل اللون كنتيجة الصفات لقياس درجة نوعية الفواكه والأغذية بصورة عامة ولتقييم القيمة التجارية للمنتج وفي هذه الطريقة فأن اللون المستعمل لتعريف النوعية مثل اللون النوعي، فأن اللون للفاكهة والخضراوات هو تسلسل مباشر للتركيب الكيماوي للون ومع ذلك هناك بعد التعريف

والكمية لكل لون فردي موجود في نوع معين من الفاكهة لتميز المواد وتجهيز معدات لتقييم الفاكهة ومنتجاتها والكشف عن التغيرات أو الانحرافات في التركيب الكيماوي للصبغات ويمكن تقسيم نوعية اللون كنتيجة للنوعية والنوعية للون غير منفصلة عن الصفات الاخري، فأن العمليات الفيزيوكيمياوي والميكروبيولوجية والأنزيمية لها تأثير على الصفات للفاكهة منها اللون خلال الإنضاج والفترة بعد الجني بالإضافة الى خلال النقل والخزن حسب الطلب للسوق وهناك زيادة في الطلب مع ضرورة إجراء مع ضرورة عدم إجراء تحويرات لمكونات الفواكه المختلفة مع ضرورة انتخاب أفضل نوعية والسيطرة على المعاملة بعد الجني وضمان النوعية العالية وان التركيب البنائي للكلوروفيل، الكاروتينويدات والانثوسيانات الموجودة في الفاكهة لها تأثير على بعض الدرجات خلال التطور، الإنضاج والمعاملات بعد الجني مع تأثيرات على النوعية والكمية للون والقيمة الغذائية وتحدث تغيرات كيموحيوية خلال الإنضاج للفاكهة والخضراوات منها العديد من العمليات الايضية من ضمنها التخليق الحيوي إي البناء وعمليات هدم مكونات الفواكه الطبيعية (عمليات الهدم) ومن بين عمليات البناء هي التخليق الحيوي للاثيلين وهو الهرمون النباتي الرئيسي، المواد الطيارة العضوية المسؤوله عن النكهة والعديد من الأحماض الامينية، البروتينات والإنزيمات، الأحماض النووية وبعض الصبغات مثل الكاروتينويدات والانثوسيانات ومن بين عمليات الهدم المختلفة هي تحليل النشا، البكتينات والتنينات واختزال الأحماض العضوية وهدم الكلوروفيلات ولعدد من الفواكه والخضراوات يحصل فقد الكلوروفيل الذي يصاحبه تفكيك وانحلال أغشية الكلوروبلاست وهي الخطوة الأولية في الإنضاج، معظم التغيرات التي تحدث مرتبطة مع الإنضاج تؤدي الى أفضل قبولية للفواكه والخضراوات بواسطة المستهلك وخاصة التغيرات التي لها علاقة الى النسجة والشكل، الطعم واللون ولمعظم الفواكه والخضراوات خلال الإنضاج يكون الوزن، السكريات، الحموضة والكلوروفيل عادية والتغيرات في نشاط التنفس (استهلاك الأوكسجين وانبعاث ثاني اوكسيد الكربون) الطعم ومحتوى الكاروتينويدات يعتمد على نوع المنتج ويحدث فقد الكلوروفيل مع زيادة في الكاروتينويدات مثل إنضاج الموز أو الزيادة في الكاروتينويدات الذي تحدث بدون فقد الكلوروفيل مثل في بعض الجينات من الطماطة والفلفل مع أن في معظم الفواكه والخضراوات يحصل هدم الكلوروفيل والتخليق الحيوي للكاروتينويدات أو الانثوسيانانات تلقائياً.

1. **التغيرات في اللون طبقا الى نشاط تنفس الفواكه:** سرعة التنفس خلال الإنضاج للفاكهة والخضراوات لا يكون منتظم وان التغيرات تعتمد على أجناس النباتات وان تغيرات سرعة التنفس تميز نوعين من الفاكهة احدهما تظهر من البداية للإنضاج سرعة تنفس منخفضة حتى تصل الى اقل قيمة ومن ثم تزداد الى أقصى قيمة لها تعتمد على مرحلة الإنضاج كليا حيث تكون الصفات النوعية الحسية منها اللون في المستوى الأمثل لها فأن كثافة ومدة أقصى تنفس تعتمد على الجنس وبعد تنخفض سرعة التنفس هذه مقابل درجة شيخوخة الفاكهة حتى يموت العضو فسيولوجيا وهناك أنواع من الفواكه والخضراوات تسمى التبديلية climacteric منها فاكهة الرمان، فاكهة حجرية ماعدا الكرز ومعظم الفواكه الاستوائية (الموز، لسان الجمل plantain، الاوفوكادو، الجوافة)، الطماطة، البطيخ وهناك أنواع أخرى من الفواكه والخضراوات تتبع هذا النمط تظهر هبوط في سرعة التنفس خلال الإنضاج حتى الشيخوخة وموت الفاكهة وهذه الفواكه تسمى اللا استوائية منها الحمضيات، الكرز، الرمان، العنب، التوت ومعظم الخضراوات.
2. **فاكهة استوائية واللا استوائية:** خلال climacteric تزداد عمليات هدم الكلوروفيلات مما توجد كميات قليلة من الكلوروفيلات في الأنسجة الداخلية والذي يمكن ملاحظتها في التفاح والأجاص الذي تسبب هدم الكلوروفيل بسبب النشاط ألتحللي لإنزيمات chlorophyllase الذي تنقل الكلوروفيل الى الفايتول البورفرين و chlorophyllide الناتجة الذي لا تؤثر على تغيرات اللون في الطماطة وتأثيرها لايمكن ملاحظته وتحليل أغشية الكلوروبلاست قبل فقد اللون الأخضر وخلال الإنضاج للفواكه اللا استوائية مثل الحمضيات فأن عملية تغير اللون تسمى إزالة الاخضرار والفقد الطبيعي للكلوروفيلات والمتجمعة الى الكلوروبلاستات في flavedo والأوعية ويمكن حدوث التخليق الحيوي للكاروتينويدات بطيئة جدا.
3. **تأثير المعاملات ما بعد الجني:** الكلوروفيلات هي مركبات مع قابلية ثبات معتدلة وعندما تفقد انتظاميتها تتلف وعند ظروفها الفسيولوجية فإنها تصبح متغيرة وحساسة لمدى واسع من التحويرات التركيبية بسبب العوامل مثل درجة الحرارة، الظروف الحامضية – القاعدية، فعل الإنزيمات، الأوكسجين الجزيئي والضوء

وكنتيجة لذلك فأن معظمها بعد الجني وعمليات التصنيع تؤدي الى تكوين أنواع مختلفة من مشتقاتها الذي تظهر تحويل جزيئاتها تحت الظروف الفيزياوية – الكيماويــة المختلفــة أو فعــل الإنزيمــات، أحــد التحــويلات هــي تكــوين pheophytin بواسطة تحويل داخلي لايون المغنيسيوم بواسطة البروتونات من الوسط ومن التحـويلات الشـائعة الأخرى هي تكوين chlorophyllide بعد تحليل استر الفايتول بفعل chlorophyllase وكلا من chlorophyllide و pheophytin تطرأ تغيرات في فقد المغنيسيوم أو تحلل الفايتول على التوالي لتكوين pheophorbides وان استبدال المغنيسيوم بواسطة البروتونات ينتج تغيرات في اللون من الأخضر الى الرمادي في pheophythin الناتج بينما تحليل استر الفايتول ينتج مشتقات كلوروفيل مع قطبية عالية chlorophyllide، تعجيل الإنضاج في فاكهة استوائية وعملية إزالة اللون الأخضر في اللا استوائية مهمة جدا لأنها تسمح توقعات فترة البيع عندما يكون السعر مرتفع بالإضافة الى تحسين نوعية الفاكهة لأنها أكثر انتظامية في لون الجلد الخارجي، الاتضاح وإزالة اللون الأخضر تعجل بواسطة زيادة درجة الحرارة وفعل الاثيلين والمدى الاعتيادي لدرجة الحرارة لتعجيل تغيرات اللون يعتمد على نوع المنتج، الجنس والصنف والمدة المتوقعة للعملية وطلب المستهلك على لون الفاكهة الخارجي أمثل درجة حرارة لتخليق الكاروتينويدات يعتمد على نوع الكاروتينويد والمنتج وهي في مدة 15 الى 25م الليوكوبين في الطماطة يكون المدى من 16-21م أي بدرجة 30م أو أكثر يمكن تثبيطها والتخليق الحيوي للايكوبين في الرقي لا تزال مستمرة بدرجة 37م وفي العنب الأحمر المزرق -بدرجة حرارة أعلى من 30 م ويمكن إزالة اللون الأخضر للحمضيات بتركيز 1- 10 جزء بالمليون من الاثيلين في الجو فيه درجة حرارة الفاكهة بين 18 و30 م و90- 95% رطوبة نسبية وللسبانخ الحامضي يوصي بان تكون درجة حرارة إزالة اللون الأخضر هي 18-21م لليوسفي و20 - 22 م للبرتقال و 21 - 23م لليمون والعنب وبعض النشاط لمادة methyl jasmonate حوالي 8 جزء بالمليون لتعجيل الإنضاج في التفاح وإزالة اللون الأخضر في البرتقال بسبب تحفيز التخليق الحيوي للاثيلين.

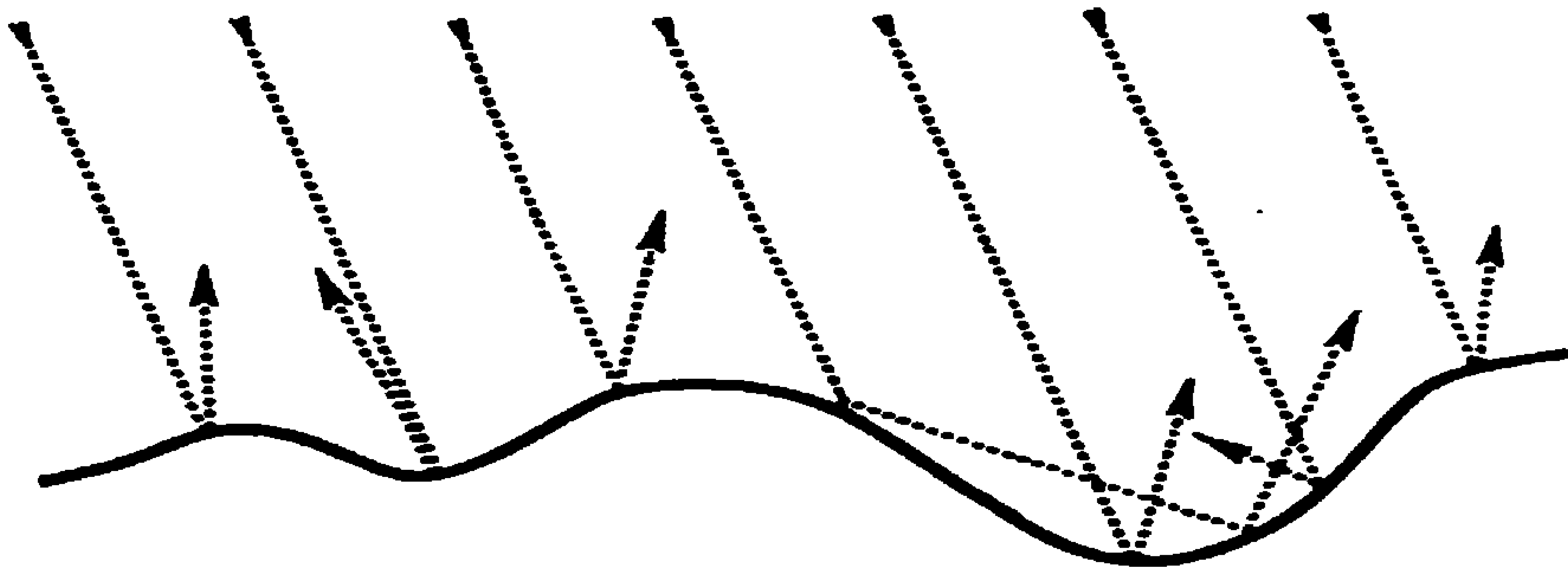
العوامل الفيزياوية المؤثرة على اللون

عندما يقيم اللون إما بصريا أو موضوعيا بواسطة تقنيات دقيقة تتأثر بواسطة العوامل بدلا من تلك الذي تنتج عن الكروموفوراتchromophores الكيماوية الذي تجعل الغذاء أو المشروب شفافة، شبه شفافة أو معتمة والذي تملك ألياف سطحية أو تخطيطات كما في اللحم أو كوز الذرة يمكن أن يكون الغذاء متجانس أو غير متجانس ويمكن أن يكون منتظم أو غير منتظم اللون وكل تلك العوامل لها تأثير على اللون الذي فيه الضوء ينعكس من الغذاء واللون الذي يمكن ادراكة وقياسه وان الظاهرة الفيزياوية مسؤوله عن تلك التأثيرات الذي يمكن تصنيفها بصريا الى:

أ. الانعكاس من السطح: بعض تلك التأثيرات تكون حالتها بواسطة أجهزة مصممة مع زاوية قياسية مثل انعكاس يمكن قياسه بدرجة 45 درجة من زاوية الاضائة وهذه الطريقة تجهز قياس الانعكاسات المختلفة الذي يمكن قياسها بصورة رئيسية للون لأن الزاوية تكون ثابتة والتأثيرات لانعكاسات السطح يمكن قياسها وعندما الضوء يتجه نحو المادة يحدث الانعكاس في السطح ونوع الانعكاس يعتمد على السطح الذي يعكس الضوء وان الحد يتألف من سلسلة من السطوح الصغيرة الموجهة في كل الزوايا الممكنة مثل الذي يحدث عندما الضوء يتجه نحو سطح خشن فأن توزيع الطاقة المنعكسة يتبع قانون لامبرت (الشكل – 1) فأن السطح المعدني الخشن فأنه يمتص أي إشعاع يدخل الوسط بسرعة بواسطة الالكترونات الحرة وان بعض الأشعة تتجه نحو السطح أكثر من قبل الانعكاس ويحصل فقد بعض الطاقة وان السطح الخشن يتوقع أن يملك اقل انعكاس كلي من السطح الناعم، الموقع الشائع جدا الذي فيه المسلكين الضوئيين يمكن قياسهما (الشكل –2) لان:

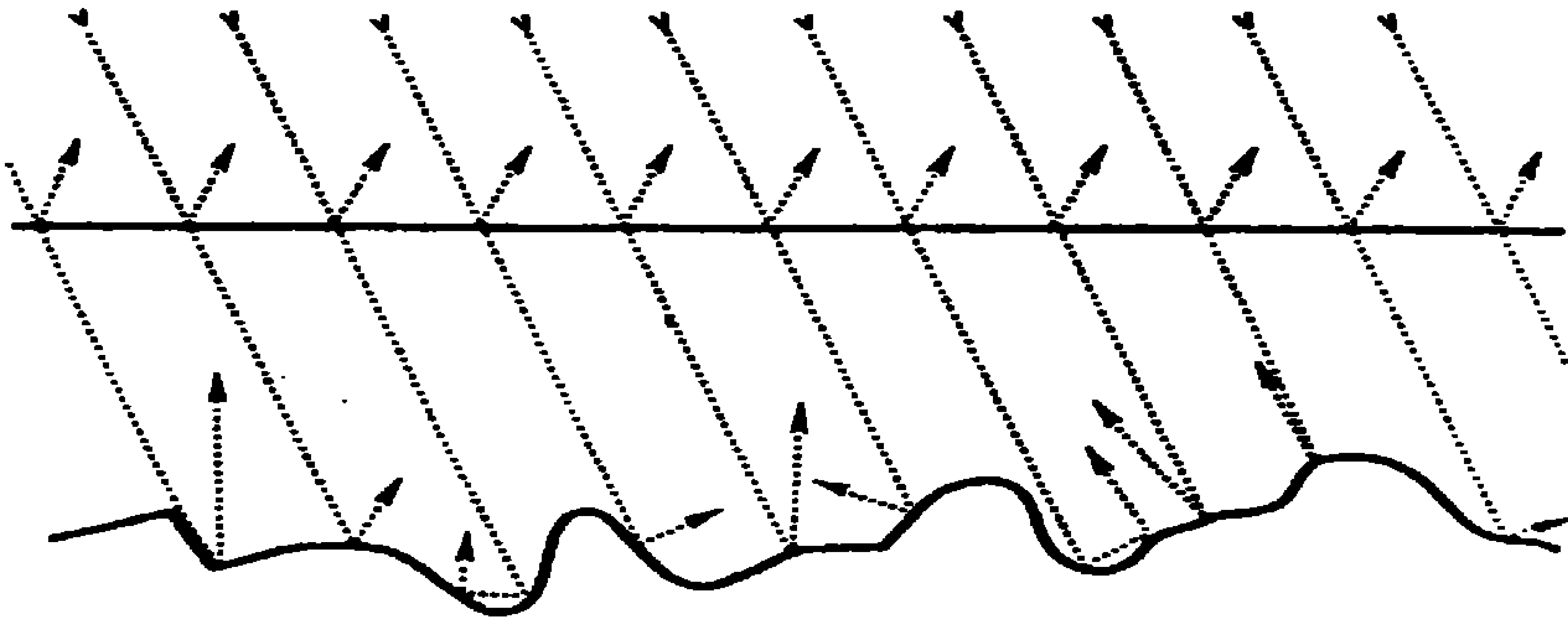
1. الضوء الساقط يواجه السطح الناعم وتنظيم الانعكاس ينتج بريق وتألق يشار له مكون منظاري من الانعكاس وهذا النوع من الانعكاس لا يكون اعتياديا كوظيفة للون والذي يقاس في زاوية 90 من مصدر الاضائة وان زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس باستعمال أجهزة خاصة تسمى goniophotometers المبنية على هذا الأساس.

2. الضوء الذي يكون منتقل خلال التداخل الأول يطرأ عليه امتصاص طبقا الى قانون لامبرت – بير الذي تكون فيه وظيفة المسافة تنعكس في اتجاهات عشوائية في منطقة التداخل السطحية وان وظيفة الإشعاع المنعكس هي إعادة الانتقال خلال التداخل الأولي وان الإشعاع الذي يتبع مكونات الممر الثاني تسمى الانعكاس المنتشر الذي يكون اعتياديا كوظيفة للون وان امتصاص المادة يؤثر على تلك الأنواع من المواد مختلفة الانعكاس واتجاه الضوء الى السطوح الخشنة مع



الشكل (1) السطح الخشن يعكس الضوء في اتجاهات عشوائية ويملك اقل انعكاس من السطح الناعم

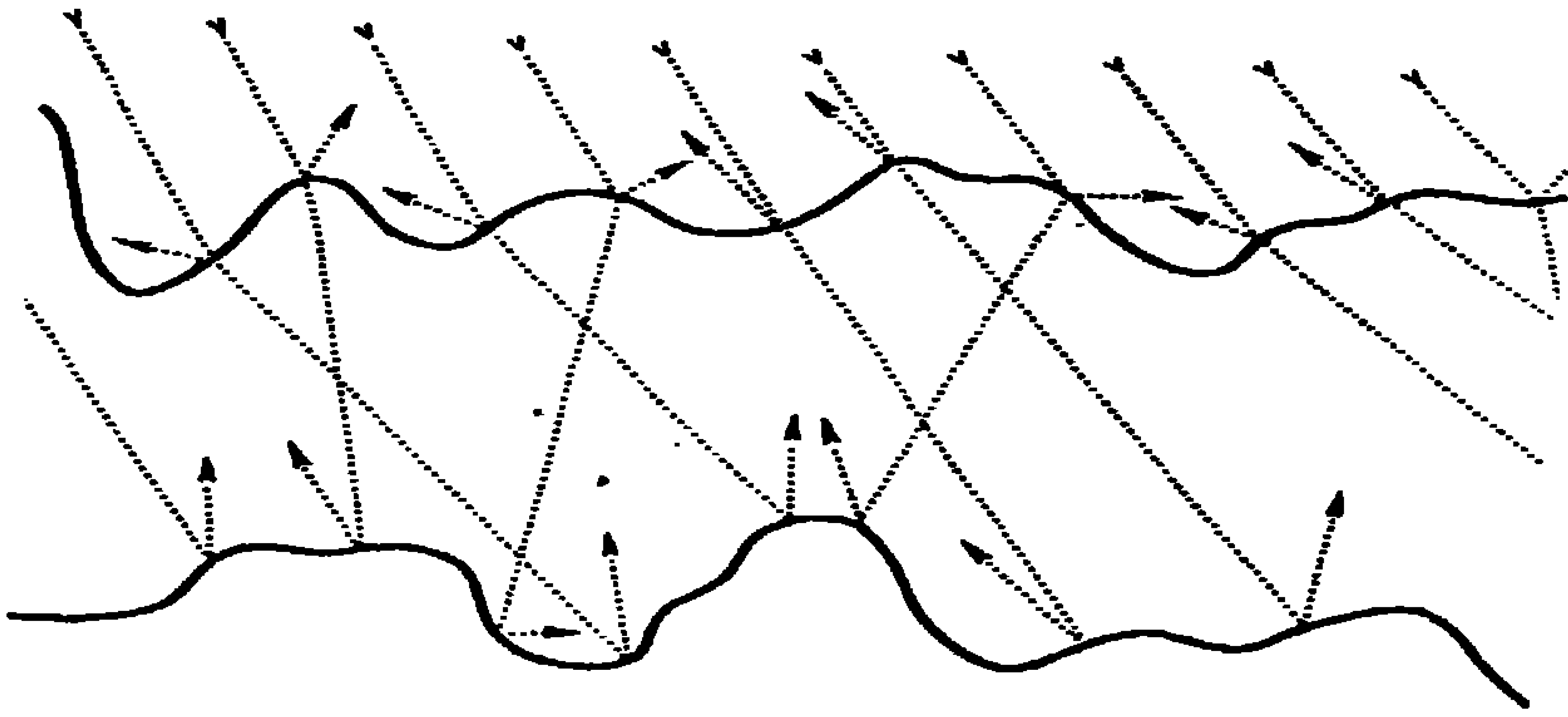
الطبقة الخشنة الأخرى الذي تحته تطرأ عليه انعكاسات انتشار في كلا الطبقات ويظهر معتم (الشكل-3) وهو يمثل موقع أخر عندما السطح الناعم (الشكل-2) يستبدل بواسطة سطح خشن وان كلا من الانعكاس المنتظم والانعكاس المنتشر تخضع لقانون لامبرت وان الشكلين من الانعكاس لا يمكن فصلها بسهولة وهذه الظواهر هي تطبيقات رئيسية في تقييم النوعية في الأنظمة الحيوية فأن التفاح عندما يجنى يملك غطاء شمعي خفيف لا يكون ناعم طبيعيا إلا أن الانعكاس المنتظم يخضع لقانون لامبرت لان العين تنظر الى مجموع الانعكاسات المنتظمة والمنتشرة والمتشتتة وان الانعكاس المتشتت ينقل اللون المميز الى العين وطبقا الى ذلك فأن



الشكل (2) توجه الضوء نحو السطح الناعم مع طبقة خشنه تحته يطرأ عليها انعكاس منتظم في السطح الناعم وانتشار الانعكاس في الطبقة الخشنة العيينة تظهر براقة

قيمة اللون هي إدراك حسي في التفاح غير الملمع وتلميع التفاح يجعله ذات غطاء شمعي ناعم الذي يكون الانعكاس منتظم أو براق والذي يمكن تميزه عن الانعكاس المتشتت والذي يعطي التفاح المنظف المظهر البراق اللامع وان التفاح المنظف يظهر بأنه يملك قيمة لون لان الملاحظ يتجه إليه لذلك يكون مكون منظاري للانعكاس لا يمكن ملاحظته وانه يرى فقط الإشعاع الذي يطرأ علية امتصاص بواسطة الصبغات في جلد التفاح لذلك يجب أن يكون القرار فيما إذا أو لا يتضمن اللمعان في قياس اللون عندما تكون النوعية هي المقيمة.

ب. الانكسار من السطح: الانعكاس يقيس الدرجة الذي إليها ينتقل الضوء في المادة والذي يتجه للأسفل نسبة الى انتقاها في الهواء وفي كل الحدود بين المادتين من معامل الانكسار المختلفة فأن الضوء يتغير في سرعته وان جزء قليل منه ينعكس طبقا لقانون Snell وهذه العملية تقدر حوالي 4% من انعكاس تلك المادة وعندما تعاد باستمرار في الوسط الحاوي جزيئات من معامل انكسار مختلفة يمكن تكون ناتجة خلال الانتشار أو التشتت لغاية 80-90% من الانعكاس وعند التعامل مع تلك المواد فإنها يمكن أن تتعرف على تأثير التشتت على الطاقة المركبة المنعكسة.



الشكل (3) اتجاه الضوء الى السطوح الخشنة مع الطبقة الخشنة الأخرى الذي تحته تطرأ عليه انعكاسات انتشار في كلا الطبقات ويظهر معتم

ج. **الانتقال خلال السطح:** الضوء المنتقل هو ذلك الضوء الذي يكون منتقل خلال المادة ويكون مستمر للحزمة الساقطة.

د. **الانتشار:** هو ظاهرة ضوئية الذي يحيط كلا من الانعكاس والانكسار وهو وظيفة السطح الخشن بالإضافة الى حجم الجزيئات ويستعمل هذا التعبير للتعرف على ماذا يحدث للأشعة الضوئية الذي تؤثر بواسطة الاتصال مع السطح الناعم أو مع الجزيئات في الجسم الحبيبي أو الليفي وأول ظاهرة تسمى انتشار السطح والثانية تسمى الانتشار الداخلي، انتشار السطح هو وظيفة كلا من النعومة أو الخشونة للسطح والزاوية الذي فيها يمكن رؤية السطح وهذا بسبب الحقيقة القائلة بأن كلا من السطح والزاوية لها تأثير على درجة التداخل بين السطحين لأشعة الضوء لأنها تنبعث من السطح إما الانتشار الداخلي فهو يمثل الظاهرة الذي يحدث عندما الضوء يدخل سطح المادة ويتعرض الى الانعكاس والانكسار بسبب مادة خاصة وان واحد من المتطلبات للانتشار الداخلي هو وجود الجزيئات الموجهة عشوائيا مع معامل انكسار تختلف عن الذي يحيط المادة وان حجم انخفاض في التأثير العكسي مما يحدث تشتت أو انتشار بالنسبة الى مكعب القطر وهذا مهم للسيطرة على حجم الجزيئات عندما يراد قياس لعينة وان كل تلك التأثيرات مهمة في تقيم النوعية ويختلف حجم الجزيئة من عينة لأخرى وكمية الانعكاس وكمية اللون المراد قياسها الذي تختلف من عينة لأخرى ولا يمكن الحصول على قياسات من مجموعه معينه من العينات ويمكن قياس اللون في

الحبوب والبطاطا معظم المواد الغذائية تكون عكرة أو غير شفافة لذلك تحتاج الى وسط متعدد التشتت لأن الصفات الضوئية للعكرة أو المواد غير الشفافة تعتمد على الطول ألموجي للضوء بواسطة معامل التشتت ومعامل الامتصاص وكميا هذه الطريقة الذي فيها العلاقة بين الخواص الفيزياوية كالتشتت والخواص الكيماوية كالامتصاص لها تأثير على الانعكاس واللون وهذا التأثير واضح في مقارنة اللون في الجزر المعلب والطازج الذي لا توجد علاقة بينما والفرق في اللون بسبب المعاملة الحرارية مرتبط مع التعليب الذي يسبب تناظر الكاروتينويدات والتغير في نسبة الصبغة الى البروتين في المعقدات وتأثير درجة الاسترة الزانثوفيلات وتحوير الحالة الفيزياوية للنشا الذي يؤثر على التشتت واللون.

امتصاص الضوء

التركيب البنائي الكيماوي للمواد الملونة الطبيعية قادر على الإجابة عن السؤال لماذا تكون ملونه ولماذا تملك ألوان مختلفة وكيف تسلك كيماويا في قابلية ثباتها، أكسدتها واسها الهيدروجيني أي إن المواد ألملونه هي مركبات تمتص الطول ألموجي من الضوء المنتخب في المنطقة المرئية وبعض الامتصاص مرتبط مع التغيرات في الطاقة في الجزيئية وان فروقات الطاقة ΔE بين الحالة المستقرة وخاصة الحالة المتهيجة الذي تتناسب طرديا الى التكرار الملاحظ ν وتتناسب عكسيا الى الطول ألموجي λ للضوء الممتص وللحصول على الطاقة لابد من مقارنة التغيرات اللونية مع العلاقة الى درجة حرارة اللون فأن درجة الحرارة الذي فيها الجسم الأسود يمكن ملاحظته كلون وفي المنطقة المرئية فأن علاقة الحرارة من 2000K في النهاية الحمراء الى8000 -10000K في المنطقة الزرقاء وان الطاقة مرتبطة مع امتصاص الضوء الذي يمكن حسابه ولو أن الطيف المرئي يتراوح من 380- 780 نانوميتر واستبدال تلك القيم في المعادلة 2 حيث يكون تغير الطاقة المحسوبة في طول موجي 380 نانوميتر هو $5,22 \times 10^{-19}$ وفي طول موجي 780 نانوميتر هي $2,5 \times 10^{-19}$ ويمكن مقارنة التغيرات في تلك الطاقة مع الطاقة المرتبطة مع الجزيئات المختلفة والتغيرات الالكترونية.

$$E = \upsilon h \text{ -------------------------- } 1$$

حيث أن E هي الطاقة، h هي ثابت هو $6,626 \times 10^{-34}$ وان υ هي التردد في هرتز (ثانية -1) ولطول موجي λ تصبح المعادلة هي

$$E = hc / \lambda \text{ ------------------------ } 2$$

حيث أن c هي سرعة الضوء وهي $2,99 \times 10^{-8}$ متر ثانية -1 وان λ تقاس بالمتر وللحد الأدنى من المنطقة المرئية فأن الطول الموجي 380 نانوميتر أي أن $\lambda = 380 \times 10^{-9}$ متر وان التغير في الطاقة بسبب فوتون واحد هو

$$\Delta E = 6.626 \times 10^{-34} \times 2.997 \times 10^{8} / 380 \times 10^{-8} \text{ ------- } 3$$

$$\Delta E = 5.22 \times 10^{-19} \text{ jole / photon absorbed}$$

وللحد الأعلى من المنطقة المرئية فأن الطول الموجي 780 نانوميتر وبالتعريض في المعادلة (2) ينتج

$$\Delta E = 2>5 \times 10^{-19} \text{ jole / photon adsorbed}$$

يمكن الحصول على الطاقة لكل مول باستعمال عدد افوكادرو وهو $6,023 \times 10^{23}$ وان التغير في الطاقة لكل مول هو

$$\Delta E \text{ mol} = Nhc / \lambda \text{ --------------------- } 4$$

فأن القيم المحسوبة للحد الأدنى من المنطقة المرئية هو 380 نانوميتر هي:

$$\Delta E \text{ mol} = 314401 \text{ jole / mol}$$

والقيمة للحد الأعلى من المنطقة المرئية هي 780 نانوميتر أي أن:

$$\Delta E \text{ mol} = 150575 \text{ jole / mol}$$

التغير في الطاقة المحسوبة هي 5×10^{-19} جـول في نهايـة البنفسجي الأزرق و$2,5 \times 10^{-19}$ جول في نهاية الأحمر من الطيف، وعند وجود ثلاثة أنواع مختلفة مـن مسـتويات الطاقـة هـي (1) الإلكترونيـك (2) الاهتـزاز و(3) الـدوران فـأن الطاقـة مرتبطة مع انفصال تلك المستويات هي 6×10^{-19} جول للإلكترونيـك، 6×10^{-20} جول للاهتزاز وأخيرا 6×10^{-22} جول للدوران، نقل الطاقة الأصغر بسبب الـتغيرات في الاهتزاز والدوران ترفع الامتصاص في المنطقة الحمراء والموجات القصيرة مـن الطيـف الكهرومغناطيسـي وفي الجزيئـات فـأن التـداخل للاوربيتـالات الالكترونيـة الـذي تكـون الآصرة ترتفع الى انبعاثا طاقة مختلفة وان الأواصـر الكيماويـة تكـون بسـيطة ومتكونـة بسـبب تـداخل اثنـان مـن الاوربيتـالات الذريـة وان أكثـر حـدوث لتلـك التـداخلات الاوربيتالات لبعض المدى من الـذرات في الجزيئيـة لتكـون الاوربيتـالات الجزيئيـة وهـذه الاوربيتالات الجزيئية تستعمل لتناقش لون الجزيئـات وقبـل المحاولـة لتسـبب المظهـر لتركيب المواد الملونة تحتاج الى العلاقة بين الطول ألموجي الممتص والمظهر ولـن الطيـف لبعض المواد الملونة الغذائية المنتخبة للكاروتينات الذي يظهر اصفر– برتقالي يمتص الطيف الذي يظهر بأن أقصى امتصاص للطول ألمـوجي حـوالي 497 نـانوميتر وقابليـة الجزيئة لامتصاص الضوء الذي يشـار لـه القـوة في صـناعة الصـبغات الـذي يقـدر كميـا بواسطة معامل الانطفاء وان كمية اصغر من المواد الملونة يحتـاج إليهـا للحصـول علـى تـأثير اللـون المرغـوب وان ففـي حالـة hyperchromic shift يشـير الى زيـادة في معامـل الانطفـاء وانhypochromic shift يشـير الى الانخفـاض في معامـل الانطفـاء ولتطبيق نظرية الاوربيتال الجزيئي الى المواد الملونـة الغذائيـة نجـد إنهـا تحتـوي تركيـب جزيئي للمواد الملونة الغذائية أي لماذا تمتص في المنطقة المرئية وكيف تختلف مثل لماذا الكلوروفيـل اخضـر والمـايوكلوبين احمـر شـاحب وان الصـفات الشـائعة في كـل المـواد الملونـة الغذائيـة هـي وجـود عـدد مـن الأواصـر المزدوجـة وان بعضـها في السلاسـل الهيدروكربونيـة والأخـرى في التراكيـب الحلقيـة أي وجـود تراكيـب حلقيـة خماسـية أو سداسية وان قمـة الطـول ألمـوجي لحزمـة الامتصـاص للآصـرة المزدوجـة لـذرة الكربـون كربون المنفردة حوالي 160 نانوميتر والزيادة في عدد الأواصر المزدوجة.

عمليات تصنيع الضغط المرتفع

هذه العمليات في الأغذية تتضمن تطبيق الضغط بمقدار 100MPa أو أكثر وتأثير ارتفاعاً الضغط للغذاء هو تحطيم الإحياء الدقيقة، دنترة البروتين وتغير التفاعلات الإنزيمية ومن ناحية كيماوية فأن ارتفاع الضغط يزيد من تلك التفاعلات الذي ترفع من انخفاض الحجم ومن ناحية التركيب البنائي الكيماوي للمواد الملونة الغذائية فأن مادة ملونة غذائية تتفاعل مما يحصل تغير الحجم بسبب ارتباط الروابط الغازية مع المايوكلوبين وانخفاض الضغط، أن الرابط الغازي يتحرك الى الشق في جزيئة المايوكلوبين وان عمليات تصنيع ارتفاع الضغط للفاكهة والخضراوات ناتج في تغيرات اللون وحتى التغيرات في قابلية الاستخلاص للمواد الملونة الغذائية ومعظم تلك التغيرات تعزى الى التأثيرات غير المباشرة الاخرى للضغط المرتفع على الغذاء بدلا من المواد الملونة وتأثير الضغط على المواد الغذائية بدلا من على مكونات الغذاء والتركيب البنائي الجزيئي مثل الإشعاع، المعاملات الحرارية ومعالجة الضغط المرتفع من 50- 400MPa للفاكهة المرتفعة في محتوي بيتا كاروتين وبيتا كربتوزانثين وبعض تلك المعاملات تزيد من كمية الكاروتينويدات الذي تستخلص بسبب تأثير ارتفاع الضغط على تحرير الكاروتينويدات من البروتين المرتبط أو المضطرب في الكلوروبلاست، وتأثير معاملة ارتفاع الضغط على المايوكلوبين على المحاليل السائلة واللحوم الطرية ومن التركيب البنائي الجزيئي المايوكلوبين والتأثيرات المعروفة لارتفاع الضغط وهناك تأثيرين الذي يمكن حصولها هي دنترة جزء الكلويين وارتباط المواد الرابطة مثل الأوكسجين الى الحديدوز ومعاملة ارتفاع الضغط للمحاليل من oxymyoglobin في ضغط 600MPa و metmyoglobin في ضغط 800MPa الناتجة في دنترة الجزيئة وان البروتين الهيمي المدنتر يملك طيف مثالي من المايوكلوبين المدنتر حراريا وهناك دليل إلا أن بعض الكلوبينات المدنترة تكون عكسية وفي اللحوم فان تأثيرات الضغط المرتفع على البروتين يحتاج الى تغير كلي في مظهر اللحم.

المواد الملونة الغذائية

يمكن مناقشة التغيرات في اللون في الكاروتينويدات بسهولة بواسطة تطبيق نظرية الاوربيتال الجزيئي وان الطاقة وأقصى امتصاص ومعامل الانطفاء يمكن حسابها

للداينات المرتبطة باستعمال قوانين Fieser-Kuhn ودمج المجاميع الى الجزيئات الذي تزيد التأرجح الذي سيخفض ΔE ويزيد من أقصى امتصاص والناتج في تحويل bnathochromic shift وتعبير red shift يستعمل لوصف bathochromic shift الذي يمكن فقده وهو يشير الى الطول ألموجي غير الممتص وهذه المجاميع تزيد من معامل الانطفاء والذي يعبر عنه autochromes تلك المجاميع هي مكونات للمواد الملونة الصناعية وان بعض نظريات الكيمياء اللونية للمواد الملونة الصناعية تقترح بأن الامتصاص في المنطقة المرئية يمكن ان يكون بسبب وجود chromophores, autopchromes وان chromophores تكون مجموعة من الذرات في الجزيئة مسؤولة عن اللون بينما autopchromes المجاميع الذي تزيد اللون في الجزيئة وهي تتضمن—N=N— ,C=O ,NO_2 , —CH= وهي مجاميع الذي تهب إلكترون مثل مجاميع الهيدروكسيل، مجاميع الأمين، المجاميع مع أزواج من الالكترونات مثل OR— حيث أنR هي CH_3,C_2H_5— وان X— هي البروم والكلور ومجموعة الأمين وكذلك المجاميع الذي تسحب الإلكترون مثل —COR, — CN, —COOH,—CHO ,—NO_2,-COOH,—SO_3H — الذي تزيد التأرجح من خلال رابطة π وان anthocyanins تملك مجاميع مرتبطة وبديلة وتأثير التغيرات في الأس الهيدروجيني وحالة الشحنة في الأوكسجين تغير عدد التراكيب التارجحية وتنتج في تغيرات في طيف الامتصاص وان اللون يمكن أن يكون مفقود عند ارتفاع الأس الهيدروجيني وان المركب betalains يحتوي نتروجين كجزء من الحلقة غير المتجانسة ومجموعة بديلة وتركيب تأرجحي وفي حالة الميلانويدات والكرامل الذي تعطي جزيئات متعدد معقدة ومن الصعب ملاحظة التراكيب التارجحية هنا حيث أن المسالك المقترحة للاسمرار غير الإنزيمي يعطي مركبات وسطية الذي فيها التراكيب التارجحية مهمة وهي تتضمن نقل الكيتو — الاينول وإعادة ترتيب أخرى وان التركيب البنائي للمركب eumalin الذي يملك مجاميع مرتبطة وبديلة الذي تسحب الالكترونات ووجد بأن التراكيب تحتوي على أنظمة مرتبطة وواهبة للالكترونات وساحبة للالكترونات الذي تعمل بشكل كرومفورات وان الميلانويدينات تملك امتصاص قوي في المنطقة فوق البنفسجية بالإضافة الى المنطقة المرئية، وهناك نشاط مضاد للأكسدة الى اللون واسمرار ميلارد باستعمال طول موجي حوالي 450 نانوميتر من 420 - 480 نانوميتر للتقدير الكمي للون السامر المتكون وان مركبات ميلارد الملونة تملك أقصى

امتصاص في المنطقة فوق البنفسجية بطول موجي 245 و330 نانوميتر وفي المنطقة المرئية بطول موجي 410 نانوميتر وان التركيب البنائي المقترح يظهر وجود نظام مرتبط ومن كيمياء اللون والصفات الطيفية فأن الامتصاص العالي الميلانويدينات بطول موجي 450 نانوميتر يقارن مع أعلى امتصاص المايوكلوبين في المنطقة soret أي حوالي 420 نانوميتر الذي تظهر حمراء أو سمراء وتأثير التغيرات الطيفية الذي تزيد من الارتباط والتراكيب التارجحية خلال تكوين الميلانويدينات ويلاحظ بأن خليط السكر – الأمين المسخن يزيد أقصى قمة للامتصاص من 200 نانوميتر في البداية بسبب الحامض الاميني وبعد 15 دقيقة يصبح الامتصاص 400 نانوميتر ومن ثم يصل الى 600 نانوميتر بعد 1 ساعة الذي تسبب زيادة ملحوظة في معامل الانطفاء بعد 1 ساعة من الحضن ولا يوجد هناك ضوء منبعث في المنطقة فوق البنفسجية بين 200 نانوميتر الى 650 نانوميتر وان طيف لميلانودينات من خلائط الزايلوز– اللايسين والكلوكوز– اللايسين الذي تكون متشابه عند القياس في مدة الطيف وان الحامض الاميني أو السكر قد يسيطر على صفة المواد الملونة المتكونة وان الحامض الاميني يمكن أن يكون له دور مسيطر وان طيف الامتصاص له علاقة الى ظروف التفاعل مثل نوع السكر، الحامض الاميني، درجة الحرارة، الأس الهيدروجيني ففي الكلوروفيل فأن المغنيسيوم يملك أربع مواقع تناسقية الى حلقة البورفرين ولا تكون مستوية التركيب البنائي بسبب وجود الحلقة مع مكونات كربونيل، المغنيسيوم في الكلوروفيل يتقبل وهب إلكترون آخر بوجود رابط ثنائي مثل الماء أو CH_3O^+ الذي تعمل كواهبة للإلكترون وكذلك جسر الى جزيئات الكلوروفيل وان استبدال مجموعة المثيل CH_3— في الكلوروفيل الى مجموعة فورميل CHO— في الكلوروفيل b ناتجة عن زيادة في الطول ألموجي أي انخفاض في ΔE في قمة soret من 430 - 453 نانوميتر والزيادة في معامل الانطفاء والذي يفسر من الزيادة في التراكيب التارجحية بسبب مجموعة الفورميل والقمة الثانية في طول موجي 662 نانوميتر في الكلوروفيل a الذي تتحرك في اتجاه معاكس الى 642 نانوميتر في الكلوروفيل b مع انخفاض في معامل الانطفاء.

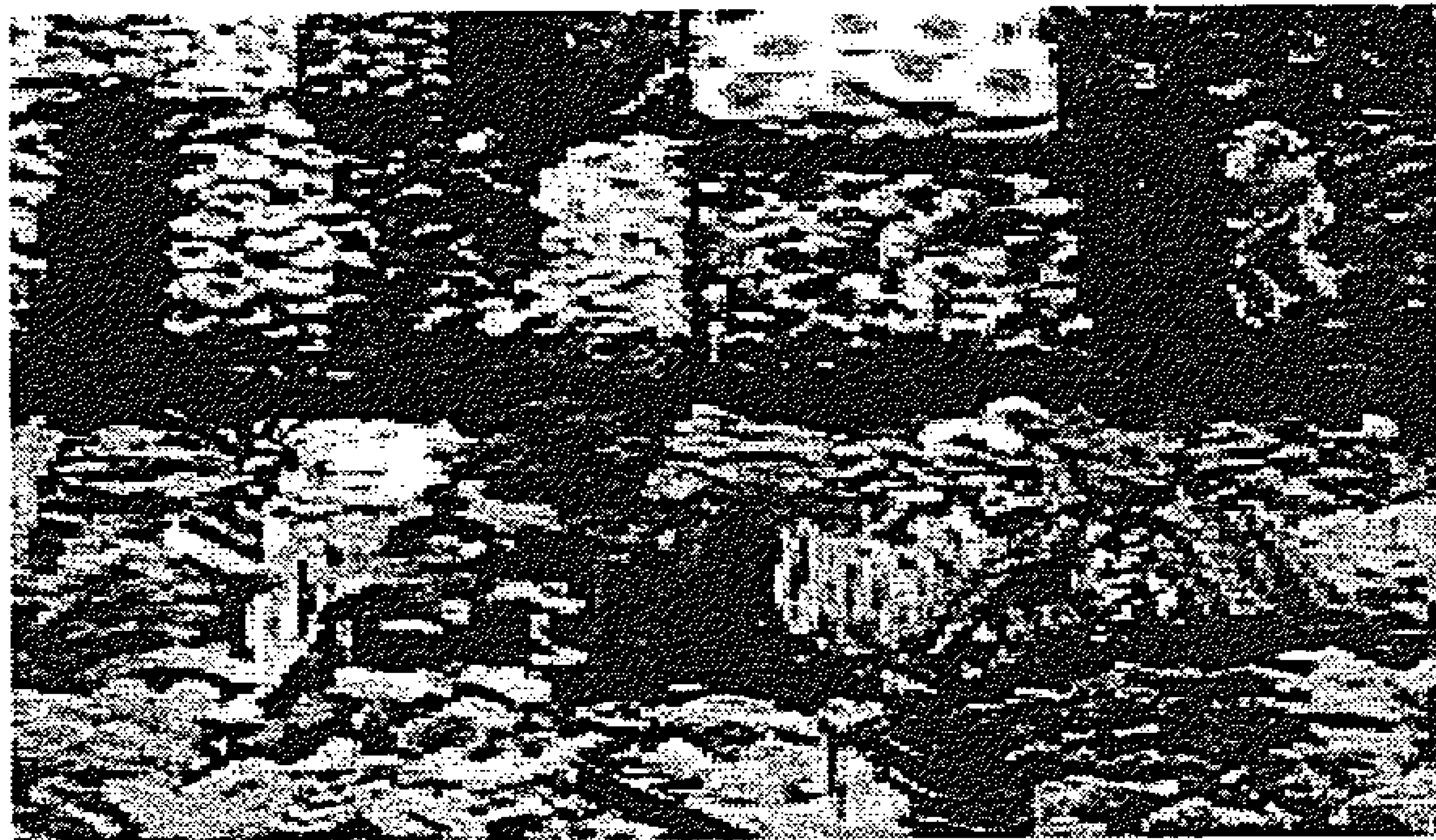
المركبات عديمة اللون

تتركب الخلايا الحية بصورة رئيسية من جزيئات كبيرة وهذه الجزيئات الكبيرة محدودة الى خمسة مجاميع هي 4% جزيئات صغيرة وايونات، 2% فوسفولبيدات، 1% DNA، 6% RNA، 15% بروتينات و2% سكريات متعددة وان المواد الكيماوية تشكل 30% بينما الماء يشكل 70%، الكربوهيدرات والسكريات المتعددة الذي تتضمن إنتاج الطاقة وكعناصر تركيبية فأن جزيئات الكربوهيدرات غير ملونة\بيضاء والبروتينات تملك عدد كبير من الوظائف مثل العوامل المساعدة التحفيزية الذي تعمل كعناصر تركيبية كهرمونات ومعظم البروتينات لا تظهر تلوين وأن الامتصاص يكون محدود لامتصاص قوى في مدى 250- 300 نانوميتر وان اللبيدات تكون كعناصر تركيبية وكمصدر للطاقة وان اللبيدات غير ملونه إلا أن بعضها يسلك لون اصفر شاحب وان DNA وRNA هي الجزيئات الذي تحمل المعلومات الوراثية في معظم الكائنات الحية وهي جزيئات كبيرة لا تظهر أي ألوان، وتعلب تلك الجزيئات دوراً مهماً في الايض الأولي وهي لازمة لبقاء الكائنات حية وهي تتكون من حوالي 26% من الكمية الكلية من المادة الموجودة في الخلايا البكتيرية أي 30% من المواد الكيماوية الكلية و70% ماء والمتبقي هو 4% من المواد الكيماوية مقارنة مع النواتج الايضية الأخرى مثل الفيتامينات والمعادن وان نسبة ثانوية منها 4% هي نواتج ايضية ثانوية وهذه المركبات لا تكون أساسية للكائنات الحية وهي ألمجموعه تتضمن معظم الصبغات، أي أن التصنيف اقل وضوحاً في حالة بعض الصبغات مثل الكاروتينويدات والكلوروفيل الذي تتضمن الحماية الضوئية والتخليق الضوئي وهي جزء من الايض الأولي والأساسي للكائنات الحية وان المركبات غير الملونة شائعة في الكائنات الحية في معظم أنحاء العالم وان هناك عدد كبير من الصبغات غير ألمعروفه وان هناك عدد من الصبغات الذي تملك وظائف متخصصة وان الصبغات تتضمن آلية الحماية لمادة amphibians وفي عمليات التكاثر وان الألوان في الأزهار، الفواكه والفطريات المقترحة كجاذبات للحيوان لضمان انتشار البذور والسبورات.

الملونات الغذائية

اللون هو ظاهرة فيزيائية للضوء أو هو الإدراك البصري الذي يتركه الضوء عند سقوطه على العين وهو إحساس وليس مادة ملونة ولا حتى ناتج تحليل الضوء الأبيض فهو الإحساس المنقول إلى الدماغ المتولد من رؤية جسم ملون مضاء وتدخل في التعريف الدقيق لّلون ثلاثة عناصر ضرورية هي نظام الاستقبال المرئي، طبيعة الجسم والإضاءة التي تضيئه ولون جسم ما يرتبط بالضوء الذي ينيره إذ تبدو برتقالة بنية اللون إذا أنيرت بضوء أخضر على سبيل المثال وهو الإحساس الذى يحدث للإنسان عن طريق مقدرة خلية المخروط في سبكية العين على ترشيح ثلاث تحليلات للمنظر ويتأثر إدراك اللون بمفهوم تاريخى طويل المدى كطبيعة وثقافة المشاهد ومفهوم قصير المدى وهو الألوان المجاورة ويستخدم المصطلح لون كخاصية للكائنات أو مصادر الضوء التي يمكن تمييزها بالإختلافات التى يميزها المشاهد بعينه وعلم اللون يسمى أحيانا لونيات ويتضمن المقدرة على الإدراك الحسي للون بالعين البشرية وينتج اللون من خليط من العديد من الظواهر المختلفة لذا فوضع تعريف محدد وثابت للصبغات يكون أمر غير سهل لذا فتوجد العديد من التعاريف المذكورة عن الصبغات منها تعرف الصبغات على انها مجموعة من المركبات التي تقوم بامتصاص الضوء في مدى معين من الاطوال الموجية في مدى الضوء المرئي وهذه القابلية للامتصاص ترجع الى التركيب الخاص بالجزئ الموجود في هذه المركبات الذي يطلق عليه اسم الكروموفور وهو يقوم بأخذ الطاقة من مصدر الاضاءة أو الاشعاع وجزء من هذه الطاقة لا يتم امتصاصه لكن يتم انعكاسه أو انكساره وهذا الجزء من الطاقة أو الضوء الذي ينعكس او ينكسر ينتقل أو يدخل الى العين ويقوم بتوليد نبضات عصبية والتي يتم ترجمتها في المخ ويقوم بالتعبير عنها بالاحساس بلون معين بينما قامت جمعية مصنعي الالوان الجافة بتوضيح الفرق ما بين pigment وتعرف بأنها غير ذائبة في الوسط الذي تطبق فيه وان معظم pigments النباتية تكون ذائبة في الماء وهي عبارة عن جزئ لمادة عضوية أو غير عضوية صلبة ملونة سواء كانت بيضاء او سوداء او فلورسنتية والتي عادة ما تكون غير ذائبة وضرورية للانسان ولا تتأثر فيزيائيا او كيميائيا بالمركب الذي تتحد معه كما انها تكون محتفظة بالتركيب الجزئي لها او البللوري وذلك بالاضافة الى ان عملية الاصطباغ تأثيره يرجع الى خاصية الاختيارية في

عملية الامتصاص أو تشتيت الضوء في حين Dyes تكون ذائبة أو ذائبة جزئيا في السائل الذي فيه يمكن تطبيقها ويشار dye الى الصبغات في الصناعات النسجية وهي على العكس من السابقة فأنها تكون ذائبة في الوسط الناقل او الحامل لها وكما ان تركيبها الجزئي او البللوري يختلف ويضيع في الوسط الذائبة به وذلك عند استخدامها بهدف اكساب



مادة معينة لون معين على الرغم من ذلك بينما المواد الملونة colorant هو تعبير عن كل العوامل الملونة الذائبة أو المذابة بالإضافة الى pigments غير الذائبة ويفضل استخدام مصطلح Colorant والتي تعرف على انها المادة المسؤولة عن تعديل أو تغيير الاحساس بألوان المواد المختلفة او هي المادة التي تقوم باكساب الالوان للاشياء غير الملونة وبالتالي فبناءا على هذا التعريف فانه تم الجمع ما بين كلا منPigments + Dyes = Colorants وذلك يرجع الى انه اذا تم الاعتماد فقط على خاصية الذائبية للتفرقة ما بينهما فأن المادة التي قد Dye فأنها قد تكون بناءا على استخدامها Pigments فالصبغات هي ملونات الأغذية وهي عبارة عن مواد تضاف برغبة الانسان وليست بالضرورة ذات فائدة للمستهلك أو فائدة تصنيعية للمصنع وتضاف عادة لزيادة رغبة المستهلك بتناول السلعة الغذائية اي لغرض جذب المستهلك فالمادة الملونة colorant هي المادة التي تضفي لوناً دائماً على منتج ما نتيجة تأثير غير فيزيائي على هذا المنتج وكانت أولى المواد الملونة من أصل نباتي مثل النيلة indigo الملون الأزرق الغامق والكركم curcuma الملون النارنجي البني أو من أصل حيواني مثل سواد العاجivory black كما تم إنتاج الجزء الأعظم من المواد الملونة الطبيعية اصطناعاً وبذلك نشأ إطار المواد الملونة الاصطناعية والملونات تكون على هيئة أصبغةdyes أو مخضبات pigments وهي إما طبيعية موجودة في المادة

مثل الكلوروفيل في النبات أو تخلط بها ميكانيكياً مثل المخضبات الجافة في ضروب الدهان أو تمنح اللون وهي في محلول للمنتج مثل الأصبغة العضوية للأنسجة وفي الواقع يصعب وضع حد فاصل واضح بين الأصبغة وبين المخضبات وهي تحسن من مظهر المنتوج ويطبق مصطلح الملون على الأبيض والأسود إضافة إلى الألوان الحقيقية وتدعى الأجهزة التي تستعمل في قياس اللون مقاييس اللون colorimeters وليس بالضروري أن تكون المادة الملونة هي نفسها ملونة بل قد تلِن مادة أخرى وذلك بتثبتها على المادة المراد صبغها وأفضل تعريف للمواد الملونة الطبيعية هي الذي تكون مخلقة ومجتمعه أو مفروزة من الخلايا الحية بينما المواد الملونة المتماثلة للطبيعية هي تلك الملونات المنتجة بواسطة التخليق الكيماوي لمراقبة التركيب الكيماوي للمواد الملونة الموجودة في الطبيعة بينما المواد الملونة الاصطناعية هي تلك الصبغات الذي تخلق كيماويا ولا تحدث في الطبيعة وإن مصطلح ملون طبيعي قد يقود إلى بلبلة لأنه يطبق عادة على تلك المنتجات الغذائية ذات المنشأ الحيواني أو النباتي أو المنتجات المعدنية التي يوجد فيها على شكل طبيعي أيضاً كما تدخل في صنف الملونات الطبيعية الملونات الحاصلة من مواد حيوية مثل بعض الحشرات أو التي تتكون تلقائياً عند تسخين غذاء ما أو إخضاعه لمعالجة حرارية مثل الكراميل اي السكر المحروق إذ يكون لها التركيب والمقدرة على الصبغ مطابقين للطبيعية إلا أنها تتعارض مع المنتجات الصنعية التي هي في الجوهر حصيلة اصطناع كيمياوي وتعريف الملونات بانها مواد مضافة وبدون فائدة غذائية تضاف للأطعمة المحضرة من أجل تدعيم لونها من خلال صناعة المنتج أو الصنف لوناً خاصاً به دون اللجوء لعمليات الغش وخداع المستهلك عبر إيهامه مثلا بأن الصنف يحتوي على الطماطة في حين لا يحتوي إلا على لونها الأحمر مثلا اما المواد الملونه فهي عبارة عن مواد تضاف حسب رغبة الانسان وليست بالضرورة ذات فائدة للمستهلك أو فائدة تصنيعية للمصنع وهي تضاف لزيادة رغبة المستهلك لتناول المادة الغذائية أو لجذب المستهلك واللون هو المظهر الرئيسي الذي تعزى إليه معظم الأغذية وهو صفة مهمة لنوعية الغذاء وسببه في المواد الغذائية هو وجود المواد الملونة في الأنسجة الحية وهي تستعمل كمواد اضافة وقد يمكن تطبيقها الى الغذاء من المصادر الحيوانية أو النباتية وقد يحدث اللون في الخبز المحمص بسبب تفاعلات ميلارد وهناك صبغات نباتية وصبغات غذائية للتميز بينهما لابد من الإشارة الى الصبغات كمجموعة من الملونات الطبيعية

الموجودة في المنتجات الحيوانية والخضراوات وللون وكمية تأثير على تقبل المستهلك للمنتوج وزيادة او انخفاض كمية المادة الملونة وله تأثير على قبولية المنتوج واختيار اللون والكمية مبنية على اساس قابلية الثبات تحت الظروف الذي يتعرض لها والعامل الاساسي الذي يؤثر على ثقابلية الثبات هو الضوء، الاس الهيدروجيني، درجات حرارة عمليات التصنيع والتأثيرات الخافضة الكيمياوية والميكروبيولوجية خلال الخزن وهناك مدى من الألوان الطبيعية من الأصفر الى البرتقالي كما هو الحال في البرتقال والموز والجزر، الأحمر كما هو الحال في الطماطة والكرز، الأخضر كما هو الحال في الكيوي والسلق الى الأسمر كما هو الحال في بعض انواع الزيتون والأسود كما هو الحال في الباذنجان الاسود والعنب الاسود واللون مهم في العديد من النقاط لاختيار الغذاء ويؤثر على الإدراك الحسي للخواص الحسية الاخرى بواسطة المستهلك وهو من الخواص الوصفية مثل اللون كوظيفة للمظهر وتأثير اللون على الصفات الحسية الاخرى وهو يلعب دوراً مهماً في قبولية المنتج واللون في الغذاء هو نتيجة نوع من العوامل الطبيعية والخارجية للغذاء الذي يمكن أن يتأثر بواسطة المعاملات الوراثية وقبل وما بعد الجني وتؤثر الملونات في نشاط الانسان واحاسيسه دون ان يشعر وهو دليل نضج المنتج الزراعي أي عندما تتلون ثمار الزيتون باللون الخمري المائل للاسود وفي هذه المرحلة تكون كمية الزيت في الثمرة هي الكمية المثلى للعصر ولو ترك اكثر من ذلك سوف تتاثر نوعية الزيت الناتج مما ترتفع حموضته او ترتبط الكثير من الاغذية في ذهن المستهلك بلون محدد أي ان الفكرة السائدة ان صفار البيض البلدي اغمق من صفار بيض المداجن علما انه يمكن للمداجن تصنيع بيض بصفار غامق باضافة انواع معينة من الكاروتينات الصفراء للعلف ويمكن للمداجن تصنيع بيض مائل الى الحمرة عن طريق اعطاء الدجاج علف مضاف له الفاصوليا المكسيكية ذات اللون القرمزي كمصدر للبروتين او لون الزبدة الطبيعي الاصفر وبما ان الزبدة المصنعه لا يظهر لونها الاصفر كما يجب ان تقوم المصانع باضافة الكاروتينات اليها بهدف تلوينها باللون المرغوب أو يعتبر اللون دليل للحكم على جودة المادة الغذائية أي يمكن تميز السمك الطازج عن السمك برفع الغلاصم عند الراس فإذا كان لونها احمر قاني فهي طازجة اما اللون الداكن يدل على ان السمك قديم وسبب اللون الداكن هو تأكسد حديد الهيموكلوبين في الدم خلال فترة زمنية معينة وبوجود الاوكسجين أو يمكن الحكم على جودة اللحم من اللون الاحمر القاني اما اذا كان مائل للاسود دليل على انها بدأت تفسد او يعبر

اللون عن تقييم مرحلة تصنيعية معينه فأن سلق البزاليا الخضراء الطازجة يؤدي الى تفكك الكلوروفيل وتحوله الى اللون الغامق أو تعتبر طريقة للحكم على نوع المادة الغذائية أي زيت الذرة يكون اصفر باهت وزيت عباد الشمس اصفر وزيت الزيتون اصفر مخضر وزيت القطن اصفر محمر.

أسباب إضافة الألوان إلى الغذاء

المستهلك يرغب اللون، الطعم والنسجة كصفات رئيسية للغذاء وان اللون هو صفة مهمة ومرتبط مع أمان الغذاء والتفاح يجب أن يكون أحمر أو اخضر، اللحم يجب أن يكون أحمر والبزليا تكون خضراء واللون مرتبط مع التلف وعمليات التصنيع الرديئة أو النقل المعيب ونوعية المنتجات الغذائية مرتبط مع اللون فالمنتجات الغذائية المستهلكة بعيدة عن المنتج وان عمليات التصنيع والنقل للغذاء من الخطوات الأساسية وهدم وفقد المظهر من الظواهر الشائعة واستعمال المواد المضافة بواسطة صناعة الغذاء من الخطوات الضرورية والأساسية لاستعادة مظهر الغذاء الأصلي ولضمان انتظام اللون وكثافة اللون الاعتيادية الموجودة في الغذاء وحماية المكونات الأخرى مثل مضادات الأكسدة والحصول على أفضل مظهر للغذاء وحفظ الخصائص المرتبطة مع الغذاء وتساعد كصفات رؤية لنوعية الغذاء وهي مهمة لذكر بأن المواد الملونة لا تستعمل لتغطي العمليات التصنيعية الرديئة فالغرض من الاضافة هو تعزيز اللون الاصلي الموجود في الطعام، المحافظة على اللون الاصلى للغذاء الخام إذا تعرض للتغيير أثناء الصناعة، بعض المنتجات الغذائية قد لا يكون لها لون من الأصل، اختلاف وقت تصنيع الثمار أو الخضراوات مما يدو إلى استعمال لون للإسراع باللحاق بالسوق، توحيد اللون من وردية إلى أخرى أثناء التصنيع، تعويض النقص في اللون الناجم عن التعرض للهواء أو الحرارة المرتفعة أو الرطوبة أي شروط التخزين، تغطية اللون الطبيعي الذي قد يكون غير مرغوب به، تحسين وزيادة وضوح اللون الطبيعي، إعطاء هوية خاصة للمواد المختلفة من خلال لونها، تزين قوالب الكعك وأعمال فنية أخرى.

أهمية المواد الملونة الطبيعية

تؤثر الملونات في نشاط الإنسان وأحاسيسه دون أن يشعر حيث تستعمل المواد الملونة لتعطي مظهر جذاب للمنتجات المصنعة منزليا لذلك تستعمال المواد الملونة الطبيعية في التصبيغ للمنتجات الغذائية فهو يعبر عن تقييم مرحلة تصنيعية معينة ويعتبر طريقة للحكم على نوع المادة الغذائية كزيت الذرة أصفر باهت، زيت عباد الشمس أصفر، زيت الزيتون أصفر مخضر، زيت القطن أصفر محمر وان بعض الأجناس مثل الزعفران تستعمل لتجهيز الطعم واللون وان التطور الصناعي لإنتاج الغذاء ونمو متطلبات المواد الملونة الذي تكون مشتقة من المعادن الذي تستعمل في تصنيع الغذاء وان بعضها يسبب مشاكل صحية مختلفة فالأغذية التي لا يستعمل فيها إلا أنواع محددة من الملونات كالزبدة لا يستخدم فيه إلا الكاروتينات، الكاتشب لا يستخدم معه إلا اللايكوبين المستخلص من أوراق الطماطة اي ان هناك بعض الملونات لا يسمح بها إلا في أنواع محددة من الأغذية كالأريثروزين الذي يعطي اللون الأحمر يسمح باستخدامه للكرز المعلب والمستخدم في تزييت بعض أنواع الكاتو فقط وهناك ملونات يسمح باستخدامها دون تحديد الكمية المستعملة كالكلوروفيل، الكاروتينات وحمر الشوندر وتستعمل كرومات الرصاص وكبريتات النحاس في تصبيغ الحلويات الذي تسبب الموت لبعض الإفراد وهي ملوثة مع الزرنيخ والشوائب السامة الأخرى فاللون الناتج عن أملاح البروم يختلف عن لون أملاح النحاس أو الصوديوم وتختلف ألوان أكاسيد نفس العنصر مثل أوكسيد الحديديك، أوكسيد الحديدوز وان اعداد كبيرة من المواد الملونة مشتقة من المواد الملونة للقطران ومشتقات البتروليوم الأخرى والذي تستعمل مواد ملونة صناعية في الغذاء والأدوية ومواد التجميل وأهم الأهداف التي تضاف الملونات من أجلها هو هدف تجاري لزيادة رغبة المستهلك في السلعة الغذائية وإعطاء اللون المميز للسلعة الغذائية أياً كانت ففي صناعة الايس كريم بالكرز يجب وضع لون أحمر هو لون المادة الطبيعي خاصة بعد إضافة المنكه للمادة حيث يستعمل اللون لإثبات النكهة وكذلك شراب النعناع يكون بلون باهت لذا يضاف له ملون صناعي أخضر ويضاف الملون أحياناً لتصحيح لون مادة غذائية والذي يتم فقده أثناء عمليات السلق أو البسترة لبعض المواد الغذائية فالبزاليا لونها أخضر أثناء السلق يصبح لونها داكن وهنا يضاف الملون

كمصحح للون الأساسي على أن لا يستخدم هذا الأمر كوسيلة للغش كإخفاء مظاهر فساد المادة مثلاً وإعطاء المستهلك شعوراً بأنه يستهلك مادة طبيعية وهناك العديد من الأسباب لأهميته ومن بينها هو تعديل أو توحيد المنتج والاستفادة منه كمقياس لنوعية والأهمية الاقتصادية والاستفادة منه كدليل للأهمية الحيوية أو الهدم الفيزيوكيمياوي وكتنبؤ للخواص النوعية الاخرى.

الصبغات في علوم الحياة

توجد الصبغات على نطاق واسع في الكائنات الحية ومعظم الصبغات الحيوية تقسم الى المجاميع من التراكيب البنائية هي رباعي البيرولات، ايزوبيرينويدات، كوينونات، بنزوبيرينات ومركبات نتروجينية غير متجانسة الحلقة والبروتينات المعدنية وهناك حوالي 34 رباعي بيرولات منها 28 حلقية و6 غير حلقية وأكثر من 600 من كاروتينويدات وأكثر من 4100 فلافونويدات وفي هذه المجموعة أكثر من 250 انثوسيانات تتكون من فقط 17 انثوسياندينات، تتوزع الكيوينونات على نطاق واسع الذي تستعمل في تصبيغ المنتجات النسيجية كالانثراكوينونات، الانثراكوينونات الذي تستعمل كمواد إضافة لون للغذاء ومركبات النتروجين ذات الحلقة غير المتجانسة مثل indigoid المستعملة في الصناعات النسيجية وهذه هي أحد أقدم المواد الملونة المعروفه وان tyrian الشاحب من مشتقات indigotine الذي تم عزلها من رخويات البحر الأبيض المتوسط في صناعة الأغذية، البيتالاينات هي صبغات مهمة لمجموعة نتروجينية حلقية غير متجانسة وهذه المجموعة الفرعية من الصبغات لها علاقة الى الميلانينات الذي تكون الصبغات الرئيسية في الشعر والجلد في اللبائن وان البيورينات والبتيرينات هي صبغات لهذه المجموعة والذي تكون مهمة في الأسماك والحشرات بينما الفلافينات هي مجموعة أخرى تنتشر على نطاق واسع مثل الرايبوفلافينات الذي تكون مهمة في العمليات الحيوية للأكسدة والاختزال وان بعض الكائنات البحرية مصبغة بواسطة الرايبوفلافين وان نفسها توجد في العديد من البكتريا ومن الصبغات النتروجينية الحلقية غير المتجانسة مثل الفينازينات الصبغات البكتيرية والفينوزازينات الموجودة في الأحياء البكتيرية واللا فقريات ومجموعة البروتينات المعدنية التي تتكون من عدد كبير من البروتينات الذي تنتشر على نطاق

واسع بين الكائنات الحية لان وظيفتها الحيوية تكون أساسية للحياة (جدول- 1) وهذه البروتينات المعدنية لا تعتبر مضافات غذائية إلا أن الكلوروفيل مهم تجاريا وان نوعية بعض الأغذية لها علاقة الى تلوين البروتينات المعدنية مثل اللون الأحمر لمنتجات اللحوم والظاهرة المهمة الأخرى للبروتينات المعدنية هي بعض المنتجات تكون مهمة حيويا في كمية كافية أن تكون

جدول (1) البروتينات المعدنية – الصفات الوظيفية واللون

البروتينات	المعدن		اللون
الهيموكلوبين والمايوكلوبين	الحديد	نقل O_2 ,CO_2	احمر
بروتينات مرتبطة مع الكلوروفيل	المغنيسيوم	التركيب الضوئي	الأخضر
سيريوبلازمين	النحاس	وظيفة الكبد	الأزرق
هيموفانادين	الفاناديوم	O_2 ونقل ascidians	اخضر تفاحي

مواد ملونة وهناك مجموعة كبيرة من الصبغات المتفرقة لا تناسب هذا التصنيف في البكتريا والفطريات واللافقريات الذي تملك تركيب بنائية لها صفات وظيفية وتخصصية في تلك الكائنات وقبل عام 1898 هناك ثلاث عوامل مهمة في دراسة اللون في الاحياء هي وضوح ظاهرة اللون لضمان بقاء الحيوانات والنباتات حية، العلاقة بين اللون ونظرية التحويل وأهمية اللون في الفسلجة المقارنة.

تسمية الملونات

يشار عادة لكل المواد المضافة بواسطة رمز الحرف E من كلمة Europe وإن الترميز الأوروبي للملونات يبدأ بالحرف اللاتيني E ويليه رقم 1 للملونات ويليه رقمان آخران خاصان بكل لون يتراوح بين100-199 الأمر الجدير بالذكر أنه قبل السماح باستعمال أو تسويق هذه المواد على الصعيد الوطني والعالمي يجب أن تطابق بعض الشروط الصارمة لأن الملونات الغذائية خاضعة إلى تشريعات صارمة فالترمز إليها يخضع إلى قواعد صارمة كأن تخضع لاختبارات السمية على المدى البعيد والقصير أو إذا كانت المواد المذكورة تسبب السرطانات أو مشاكل تناسلية بالتالي يتم تحديد

الجرعة أو الكمية غير الآمنة وتقسيمها على 100 جرعة على الأقل للحصول على الجرعة اليومية السليمة لدى الإنسان ملغم/كغم من الوزن في اليوم الواحد.

ترميز الملونات

تحمل المواد الملونه المضافة اسماً علمياً طويلاً ومعقداً، لذا تعتمد التسمية حالياً نظام الترقيم الدولي للغذاء International Numbering System INS، حسب ما قررته هيئة الدستور الغذائي الدولي Codex فنلاحظ أن الملونات الغذائية يشار إليها بالرمز E تليه ارقام من 100-199 الذي تدل على إجازة المواد الملونة المضافة وإضافتها بالتركيز المتفق عليه لا يحدث أي آثار سلبية ويمثل هذا التركيز ما يتناوله الفرد يومياً طوال حياته دون إضرار بصحته ودائماً تخضع هذه المواد للدراسة المتجددة لتأكيد من سلامتها وجرعاتها وتراكيزها المناسبة ويلاحظ المستهلك أن بعض المكونات توصف بشفرة من ثلاثة أرقام مسبوقة بحرف E وتعني هذه الشفرة أن هذا المكون مراقب أو مصادق عليه أو مصنف حسب المجموعة الأوروبية ولذلك يسبق بحرف E وكل ملون مضاف يحمل هذه الشفرة والتي لا تعني للمستهلك أي شيء لأنه لا يعرف علام تدل هذه الشفرة فالأحرى أن تسمى المادة الملونة المضافة وأن تبين طبيعتها، فمن الملونات ما هو محضور ومنها ما هو مسرطن وما أكثرها ومنها ما هو خطير دون الحضر وهي الملونات التي يشك في خطرها وهي قليلة جدا ولكي نقترب من الواقع فهناك ملونات خطيرة تستعمل في كثير من الحلويات والمواد الغذائية ومنها أحمر الكوشنيل والتارتارزين وملونات أخرى وكذلك ملونات الحلويات التي يتناولها الصغار وعن الألوان الاصطناعية التي تضاف الى الرز لتلوينه فمثلا E120 هي نوع من الأحماض يسمى كارماين أو كارمين ذو لون أحمر مشرق اللون يستخرج طبيعياً من بعض الحشرات القشرية مثل الدودة القرمزية Cochineal وحشرة القرمز البولندية ويستخدم اسم كارمين للدلالة على أحد درجات اللون الأحمر الداكن وقد يطلق عليه أيضا اسم Natural Red 4 أو Cochineal او Crimson Lake أو C.I.75470 او E120 ويستخدم في تلوين الملابس، صناعة الملونات الغذائية، المعلبات، الأطعمة المعلبة، المواد الغذائية مثل اللبن وبعض أنواع العصائر وخصوصا تلك التي تتمتع بلون أحمر قرمزي، الطلاء، أحمر

الشفاه، الحبر القرمزي، صناعة الزهور الصنعية، الأدوية ومستحضرات التجميل فهي قد تسبب بعض الحساسية لبعض الأطفال المصابين بفرط الحساسية ولكون الحشرة تعيش أساساً على الصبار أي نبات صحي نظيف ولا تأكل القازورات أو أي شيء أخر لذلك فالحشرة بذاتها لا تعتبر من النجاسات لذلك فان استخدامها حلال ولا تفسد الطعام الذي تضاف إليه وحكمها حكم الحشرات التي يجوز أكلها مثل الجراد ويمكن إنتاج الكارمين من الحشرة القرمزية حيث تغلى الحشرات المجففة في الماء لاستخلاص حامض الكارمينيك ثم يعامل المحلول الرائق مع الشب أو بعض المواد الاخرى للحصول على اللون الصافي أما البقايا الحيوانية الأخرى فتترسب فالالوان المسموح به عالميا هي اللون الأحمر E120 Cochineal, E123 Amaranth, E127 Erythrosine، اللون أصفر E110 Sunset yellow ، اللون البنفسجي E122 Carmoisin، اللون الأزرق E132 Indigo،E131 Patent blue، اللون البني E150 Carame، اللون الأسود E151 Black PN والأفضل إضافة الألوان الطبيعية مثل الكركم أو الزعفران الذي يعطي الرز لونه الأصفر وكذلك القرفة والكزبرة والطماطة وما شابه ذلك وتختلف الدول في منع أو السماح لاستعمال مثل هذه المواد في الصناعات الغذائية لارتباط هذه المواد بظهور بعض الاعراض مثل الحساسية، الاضطرابات العصبية، الاضطرابات الهضمية، أمراض القلب، التهاب المفاصل والسرطانات وقائمة الملونات الغذائية غير ضار هي ,E132, E101 ,E100, E140 ,E160, E163, E170, E174,E175 E200, E201,E202,E203 او مشكوك فيه هي ,E122, E180, E173, E171, E153, E151, E141 او مسببه للسرطان هي E131,E142 او ممنوعة دوليا E104 ,E103, E105, E111, E121, E125, E125, E126, E130, E152, E161 او يرفع الكولسترول وخطيرة E127, E124, E120, E111, E102 وخلال الفترة الماضية وخلال الظروف الحالية نتيجة للظروف التي مرت بها بعض الدول العربية فإن عدد من المواد الغذائية خصوصاً الحلويات والمعجنات تم إدخالها إلى البلاد دون المرور بالجهات المسؤولة عن ذلك وتلك المواد الغذائية قد يشمل تركيبها بعض المواد المحظورة حسب القانون لذلك البلد من قِبل مركز الرقابة الغذائية من تلك المواد المحظورة E102, E129, E171,E122 ، E153, E155 وهذا بعض الايجاز لها E129Allura Red وهي صبغة حمراء اللون مخاطرها أقل مقارنة مع باقي

الملونات ومع ذلك لها بعض الاثار السلبية فعند تناول الاطعمة التي يدخل في تركيبها هذه المادة قد تسبب خلل في حيوية ونشاط الجسم خصوصاً عند الاطفال، E122 Azorubine لها عدة مسميات أخرى منها carmoisine وهي حمراء اللون من مجموعة صبغات الازو قد تكون موجودة في عدد من الاطعمة مثل الزبادي والمربي الذي قد تسبب التعصب وفرط الحركة والحساسية خصوصاً لدى الاطفال والاصابة بالسرطان خاصة سرطان المثانة E102 Tatraziner وهي صبغة صفراء اللون قد تضاف لتعطي اللون الاصفر للمواد الغذائية أو قد تضاف مع صبغات ذات لون أزرق لإعطاء درجات من اللون الاخضر وهذه المادة تستعمل بكثرة في عدد من الاطعمة مثل رقائق الذرة والبطاطا، بعض الحلويات مثل حلوى القطن، الكعك، المعجنات والمشروبات الغازية أثارها الجانبية شملت مادة ألورا الحمراء وتارترازين، E171 Titanium dioxide وهي صبغة بيضاء اللون تستخدم على نطاق واسع لتوفير البياض بالاضافة إلى كونه ملون لبعض المواد الغذائية فإنه يستخدم في صناعات كثيرة مثل مستحضرات التجميل والعناية بالبشرة وتركيب دهانات الجدران، الاحبار، معاجين الاسنان وهي مادة مسرطنة، E155 Brown HT تسمى الشيكولاته البنية وهي صبغة بنية اللون تستعمل بدل الكاكاو والكراميل كملون فهي تستخدم أساساً في كعك الشيكولاته، الحليب، الاجبان، الزبادي، المربى وغيرها وهذه تسبب ردور فعل عند المصابين بالربو ومن لديه حساسية من الاسبرين ومحظور استعمالها في عدد من الدول منها الولايات المتحدة، فرنسا، المانيا، النمسا، السويد وغيرها، E153 أسود الكاربون Carbon Black هو شكل من أشكال الكاربون الغير متبلور يتكون نتيجة إحتراق الغير كامل للمنتجات النفطية والجزء المستعمل منه في تلوين الاطعمة من اصل نباتي وهو محظور في تركيب الاطعمة في الولايات المتحدة وقد يكون سبب محتمل لظهور الاورام السرطانية، E131 الازرق الغامق ويستعمل في جلي الاطفال وهي مادة محظورة في الولايات المتحدة واستراليا، E142 اخضر للون النعناع وهي مادة محظورة في الولايات المتحدة والنرويج واليابان وكندا.

سمية المواد الملونة

ان المواد الملونة الجديدة تستعمل كمواد مضافة الذي يجب أن تكون موثقة في FDA والمواد الملونة معرضة الى دراسات بخصوص سميتها مثل اوكسيد التاتينيوم وهي ان لا تكون سامة جينيا genotoxic إلا أن الدراسات الحديثة أثبتت سميتها وتكون سامة عندما تعطى بجرعة أكثر من 10 غم\كغم\يوم وتكون سميتها حادة في الفار بجرعة اقل من 25 غم\كغم\يوم وفي الجرذي أكثر من 10 غم\كغم\يوم وتكون السمية طويلة الأمد في الفار والجرذي والكلب وخنزير غينيا والقطة والأرنب حيث أن السمية تخفض مجموعة الصبغات وان تاريخ الاستعمال في الغذاء مهم في التطبيقات الغذائية للمواد الملونة الصناعية والطبيعية وان بعض الصبغات للتطبيقات الغذائية ناجحة في تقيم السمية والأمان.

الاناتو: غير سامة جينيا وان الجرعة القاتلة في الفار أكثر من 50 غم مستخلص ذائب في الزيت\كغم وأكثر من 35 غم من مستخلص ذائب في الماء\كغم وان الجرعة القاتلة للمستخلص المائي لجذور لجنس Bixa orellana هي 700 ملغم\كغم في الجرذي وان تفاعلات زيادة الحساسية مثل urticaria و asthma يمكن ملاحظتها في الإنسان، المطفرات المعلومة وهي تظهر نشاط سام منخفض في الجرذي بجرعة 10 غم\كغم وهي مرتبطة مع ترسيب الشبكية في الإنسان وتحدث تغيرات رؤية ليلية في الأرنب بعد الحقن داخل الوريد بجرعة 11,4 ملغم\كغم وان canthaxanthin يبين امتصاص محدود في الإنسان وان الفئران تبين امتصاص جزئي لصميم الكاروتين الذي يتحول الى حامض β-apo-8¯ -carotenoic وفيتامين A وهذه المركبات تتجمع في الكبد وسلوك مشابه يمكن ملاحظته في الكلاب وان سمية حادة في الجرذي منخفضة جدا الجرعة القاتلة أكثر من 10 غم\كغم ولم تلاحظ تأثيرات عكسية في ذكور الفئران بجرعة لغاية 500 ملغم\كغم لمدة 34 أسبوع ولم تلاحظ أي تأثيرات عكسية في الكلاب المغذاة بمعدل 1 غم\يوم لمدة 14 أسبوع وفي أسترات الاثيل والمثيل منβ-apo-8¯-carotenoic ذات السمية المنخفضة جدا والقاتلة في جرعة أكثر من 10 غم\كغم.

بيتا كاروتين: هذه المادة ضعيفة الامتصاص في الإنسان وتفرز من 30-90% في الفضلات وبعضه يخزن في الكبد وبعضة يتحول الى فيتامين A وعند ارتفاع مستوى الكاروتين في الدم يسبب مرض اصفرار الجلد carotenoderma أو ما يطلق عليه carotenosis وفي الفئران فأن 15% من بيتا كاروتين الممتص يتم ايضه الى أحماض دهنية، 40% الى مواد غير متصبنه و5% يتحول الى ثاني اوكسيد الكربون ولم تلاحظ أي تأثيرات في الفئران عندما تتناول 40000- 70000 وحدة دولية من أسترات فيتامين A\يوم عندما تحقن داخل الوريد أو بواسطة الفم وان الجرعة 1500 وحدة عالمية تستحدث تعجيل النمو ألطلائي في الفئران وفي الكلاب فأن السمية الحادة تكون منخفضة وان الجرعة القاتلة تساوي 78 غم\كغم وان مجموع الكاروتينويدات المستعملة كمواد مضافة لونية لغاية 5 ملغم\كغم وخلال الحفظ الكيماوي مع بيتا كاروتين بمفردة أو في ارتباط مع فيتامين A أو E.

باريبكا: هذه المواد غير سامة جينيا وتكون سميتها واضحة في قيم منخفضة اقل من 11 غم\كغم وان الدراسات فشلت في تحديد سميتها وحدوث السرطانات.

الانثوسيانينات: غير سامة جينيا وهناك معلومات قليلة حول مصيرها الايضي وان نواتج الايض سيانيد الكلوريد لا يمكن الكشف عنه في الفئران أو مع الفلورا المعوية وان pelargonidin يتم هدمة الى بارا- هيدروكسي فينايل حامض اللاكتيك والى المنتجات الأخرى وخاصة phloroglucinol وان تناول Delphinidin ينتج نواتج ايضية غير معروفة في الإدرار وان malvidin glycoside ينتج عدد من النواتج الايضية الممكن ملاحظتها في الإدرار منها حامض syringic وهناك معلومات قليلة جدا حول امتصاص الانثوسيانين وان السياندين و Delphinidin لا تظهر أي نشاط مطفر وراثيا في اختبار Ames وانه استهلاك تلك المادة من الفواكه والخضراوات بدلا من إضافة الى الغذاء كمادة مضافة.

البيتالينات: هناك معلومات قليلة نسبيا حول ايضها وسميتها وان 14% من التجارب تفرز البيتالاينات غير المهضومة في الإدرار ويمكن ايض تلك المادة في المعدة.

الكلوروفيل: يوجد بشكل تجاري وهو يوجد بشكل معقد نحاس – chlorophyllin مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم التناول لفترة طويلة الأمد في الفئران لغاية 3% معقد نحاس – chlorophyllin في الغذاء ناتج في عدم حدوث تأثيرات عكسية في سرعة النمو والتكاثر.

الكرامل: مادة غير سامة جينيا وهناك نوعين هما II, I تغذية الفار مع كرامل II يسبب انخفاض وزن الجسم بسبب عدم موازنة الماء بدلا من التأثيرات السامة للكرامكل II وان حوالي ثلث المواد الملونة الكرامل III تظهر بأنها تمتص بواسطة الفار وفي الكرامل المحضرة بواسطة عمليات الامونيا أي كرامل III والذي يمكن ملاحظتها في الماشية والأغنام مما يؤدي ذلك لاكتشاف الاميدازولات في المولاس المعامل بالامونيا وان موفي حالة الفئران والكلاب يحصل امتصاص 20 أو 25% من الغذاء ولا تظهر أي تأثيرات عكسية وفي حالة الفار، الأرنب والجرذي الحامل بجرعة 1,6 غم\كغم\يوم لمدة 13 يوما لا يسبب أي تأثيرات معنوية على الجنين والأنسجة الهيكلية أو الرخوة وان اختبار Ames يكون سالب وتحدث سمية الكرامل على بكتريا السالمونيلا .Salmonella spp ويمكن استعمال الصبغة لغاية 350 جزء بالمليون وان الكرامل III يمكن استعماله لغاية 20 غم\كغم\يوم لمدة 90 يوما الذي يسبب انخفاض في العدد اللمفي وزيادة عدد neutropgil وان 1% يخفض وزن الطحال ويزيد من وزن الكلى وان المكونات السامة للكرامل III هي 2- خلات – 4 (5) – رباعي هيدرو بيوتيل اميدازول وان النشاط السمي له علاقة مع تثبيط نشاط البيريدوكسال فوسفاتيز وان الكرامل المتحصل علية بواسطة عملية كبريتي الامونيا (الكرامل IV) له تأثير لغاية 100 ملغم\كغم.

الكارمين وحامض الكارمينيك: يحصل على الكارمين من حشرة cochineal جنس Dactylopius coccus وحشرة kermes من Kermococcus vemilius وكلاهما صبغات انثراكوينون وهي ذات قابلية ثبات كيماوية وحيوية عالية وتناولها بجرعة لغاية 1000 ملغم\كغم لا ينتج أي تأثيرات عكسية ويمكن حقن 150 ملغم\ كغم في اليوم الثامن من الحمل في الجرذين وفي الجرذ يحصل تشوه في بعض الحيوانات ويكون حامض وحامض الكارمينيك ذات تركيب بنائي كيماوي له

علاقة الى الانثراكوينونات الفينولية والسموم الفطرية الذي تسبب طفرات وراثية ومتسرطنة أو سامه ولا تسبب تأثيرات سمية.

Gardenia yellow: تستخلص من فاكهة كاردينا والذي تملك صفات cholesteric, purgative وتستحدث تلف الكبد وان Iridoids هي مركبات مسؤوله عن الأنشطة الحيوية إلا أن آلية العمل لا تزال غير واضحة.

Gardenia blue: لم يلاحظ أي تأثيرات سمية وطفرات وراثية أو سرطانية وان الجرعة القاتلة أكثر من 16,7 غم\كغم و10 غم\كغم للذكور من الجرذان والفئران لكلا الجنسين على التوالي ويمكن استعمالها لغاية 0,1% من وزن المنتج الغذائي والجرعة الشائعة لا تسبب أي تلف.

Lac: لم تظهر أي تأثيرات عكسية مثل cytotoxic,mutagenic، التكاثر أو neurobehavioral إلا إنها تخفض وزن الجسم والنمو عند استعمال جرعات عالية وان أقصى مستوى مسموح هو من 5 -1000 ملغم\كغم وهي لا تكون خطرة على صحة المستهلك البشري.

الرايبوفلافين: غير سام والجرعة القاتلة أكثر من 10 غم\كغم في الفئران وأكثر من 25 ملغم\كغم في الكلاب.

Monascus: المستخلصات تفشل في استحداث الطفرة الوراثية عندما المستويات المنخفضة من السم الفطري citrinin الموجود في تلك المادة ولا تسبب أي تأثيرات عكسية لمستحضراتها إلا أن مستويات citrinin الذي يمكن السيطرة عليها.

الكركم أو الكركمين: الكركم لا يكون سام جينيا ولا متسرطن وان الكركم يظهر سمية منخفضة مع جرعة قاتلة أكثر من 10 غم\كغم في الفئران والجرذان وان الجرعة القاتلة للكركمين في الجرذان أكثر من 2 غم\كغم وهو ضعيف الامتصاص وسريع الإفراز والايض للمادة ولا يمكن ملاحظة تأثيرات سامة بعد الجرعات لغاية 5 غم\كغم وان النواتج الايضية هي glucuronides من رباعي هيدرو وسداسي هيدرو

حـامض الكركـومين الـذي يوجـد بكميـة قليـة وان حـامض ثنـائي هيـدرو ferulic ولم تلاحظ تأثيرات عكسية.

الأمان للمواد الملونة

تاريخ الأمان للمواد الملونة الصناعية يكون منعم مع الجدال والمعارضة الـذي يجـب أن تكـون غـير مؤذيـة عنـدما تسـتهلك كـل يـوم في الغـذاء تحـت الظـروف مـن الاختبارات السمية المقبولة وبعض تلك المواد الملونة يصبح الطفل مريض بعد تناولها والتأثيرات السمية لها مبنيـة علـى أسـاس الـتغيرات في الـوزن وإنتـاج الأورام وتغـيرات فيزياويـة كيموحيويـة ومناعيـة وتغـيرات توليـد متعـددة، حساسـية، متسـرطنات وتغيرات أخـرى يمكـن إضـافتها مـع إمكانيـة اسـتثناء السـكرين فـأن المـواد الملونـة FD&C تصـبح المجموعـة الأكثـر اختبـار للمـواد المضـافة في الغـذاء وحالـة المـادة الملونةFD&C، المواد الملونه المضافة يجـب ان تكـون آمنـة صحياً فهنـاك عـدداً مـن الاشـتراطات الصـحية الـتي يجـب أن تتـوفر في أي مـادة ملونـه حتـى يسـمح بإضـافتها للأغذيـة وأهـم هـذه الاشـتراطات هـي تحديـد الغـرض الـذي تضـاف بسـببه ومـدى صلاحيتها لهذا الغرض، عدم استخدامها بهدف خداع المسـتهلك أو تغطيـة عيـب في المنتج التجاري، أن لا تقلل من القيمة الغذائية للمادة الغذائية الـتي أضيفت إليهـا ، أن يثبت أنها غير مضرة بالصحة، أن تكون مصرحاً بها للاستخدام من المنظمات العالمية وأن تتوفر طرائق لتحليلها ومعرفة كميتها في الأغذية التي أضيفت لها.

اختيار وتطبيق الألوان

اللون عامل رئيسـي النوعيـة في المنتجـات الطبيعيـة الـذي تسـوق تجاريـا وان المنتجـات الطبيعيـة المصـنعة أو المخزونـة قبـل اسـتهلاكها والتخصصـات النوعيـة وخاصة اللون المؤثر عليها ومضافات اللون المسـتعملة، فـأن هـذه العوامـل المهمـة في الانتخاب الأفضل من المضافات اللونية للتطبيقات الخاصـة مثـل تفـاوت اللـون الـلازم، الشكل الفيزياوي مثل السـائل، الصـلب والمسـتحلب أو الصـفات للغـذاء الـذي يكـون ملـون مثـل الـزيتي والمنتجـات المبنيـة علـى أسـاس مـائي ومحتـوى التانينـات والأس الهيدروجيني أو ظروف عمليات التصنيع فيما إذا العمليات تحتاج تسخين أو تبريـد أو

خزن ومن العوامل المهمة هي تشريعات البلد الذي تختلف بين بلد وآخر وبين منطقة وأخرى في نفس البلد وتطبيق اللون يعتمد على اللون المستعمل والذي يكون شائع لإيجاد إشكال تطبيقات الذي تكون متخصصة لمنتج واحد فقط والمسحوق المجفف بالرذاذ للحصول على تلوين الكتلة بينما المواد الملونة الذائبة في الزيوت تكون مستحلبة لتطبيقها في الزيوت الحامضية وان صفات المواد الملونة تؤخذ بنظر الاعتبار لانجاز تلوين منتج صحيح هي قابلية الذوبان، الشكل الفيزياوي كالسائل، المساحيق الصلبة، العجائن والمستحلبات والأس الهيدروجيني، النوعية الميكروبيولوجية أي المنتجات عالية نشاط الماء الذي تكون حساسة الى مهاجمة البكتريا والمكونات الغذائية الأخرى وأهمية هذه العوامل الذي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار هي والانثوسيانينات والبيتالاينلات الذائبة في الماء بينما الكاروتينويدات والزانثوفيلات تكون ذائبة في الزيت ودرجة الحرارة تنتج تغيرات في لون الكاروتينويدات وان الصبغات تصنع في أس هيدروجيني الذي يكون قريب من أقصى قابلية ثبات للمنتج مثل norbixine الذي يكون قلوي والانثوسيانين الذي يكون حامضي وتأثير تلك العوامل على صفات اللون فالانثوسيانين ذائب في الماء ويحتوي مستويات من السكريات وان المهاجمة البكتيرية عامل مهم في صناعة المنتجات المصبغة معها

حالات الصبغات

بعد اختيار الصبغات كأفضل عوامل تلوين فان الخطوة اللاحقة هي انتخاب الصبغة وان الغذاء له الفرصة لاستعمال الصبغات المختلفة الذي تكون متوفرة تجاريا بشكل مسحوق، سائل، عجينة ومعلق، كل تطبيق يحتاج الانتخاب بعناية.

1. المسحوق: من محاسنه هي سهل الذوبان وخلط منتظم، اقل كلفة ويقلل من مكان الخزن بسبب قلة المنتج لان تركيزه 88-93% ومساوئه هي مشكلة الغبار وخواص جريان ضعيفة وتطبيقاته هي خلائط المشروب الجاف.
2. الحبيبات: ومن محاسنه كبر حجم الجزيئات وانخفاض مشاكل الغبار والجريان الحر وانخفاض فراغ الخزن لان المنتج ذو تركيز عالي من 88 – 93% من الصبغة الجافة ومن مساوئها غير مناسبة لخلائط الصبغات وبطيئة الذوبان وأكثر كلفة

من المسحوق ومن تطبيقاته أن المنتج الذي فيه يمكن أن تضاف في شكل مذاب أوليا.

3. السائل: من محاسنه انه جاهز للاستعمال وسهل وقياساته دقيقة واستبعاد مشاكل الغبار ومن مساوئه انه اقل تركيز من 1– 8% من الصبغة النقية وزادة فراغ الخزن أساسية وأكثر كلفة من الشكل الجاف ومن تطبيقاته انه يستعمل في الجلي والمعجنات ومنتجات الألبان.
4. العجينة: من محاسنها إنها تحفظ اللون في الموقع ومن مساوئها هي صعوبة في قياسها وأكثر كلفة من الإشكال المجففة ومحدودة التطبيق وتطبيقها في الحلويات الصلبة وأشكال الكيك.
5. الانتشار: من محاسنها إنها اقل كلفة من lakes وعتمة اللون ومن مساوئها أكثر كلفة من المسحوق وتطبيقها محدود وتستعمل في الاصماغ والحلويات المغطاة بالسكر.

السيطرة النوعية

عند استلام المنتجات الملونة الطبيعية من مجهز من الاعتيادي إجراء اختبارات السيطرة النوعية ومدى السيطرة يعتمد على نوع منتجات اللون والمعلومات المتوفرة على توثيق التحليل وان ظروف عمليات التصنيع المتوقعة بأن المنتج النهائي وطريقة السيطرة النوعية القياسية لصناعة الغذاء أو المشروب وفي بعض الحالات فأن قوة اللون أو كثافة وتفاوت اللون يمكن دراستها وفي التعديلات الميكروبيولوجية وغياب المرض من العوامل المهمة وللصيغة التركيبية للمسحوق المستعمل في الخلطات الجافة فأن حجم الجزيئة يمكن دراسته ويمكن قياس اللون حجميا باستمهال مقياس الجريان خلال عمليات الإنتاج.

العوامل في انتخاب الألوان الطبيعية

من الصفات التقنية لاستعمال الألوان الطبيعية الذي تكون أكثر تعقيد من التخليق ومن الممكن تطبيق الألوان الطبيعية مع نتائج جيدة في معظم منتجات الأغذية والمشروبات وان الألوان الطبيعية المستعملة في عدد واسع من منتجات

الأغذية والمشروبات لأنه من الصعب تخطيط الخطوط العريضة لاستعمالها وان بعض المتغيرات قبل اختيار اللون لكي تجد معظم المحاليل المناسبة في التطبيقات المعينة، طيف وكثافة محلول اللون يراقب مجموعة الهدف بالإضافة الى توقعات الطعم وان الأطفال يراقبون اللون البراق بينما الشباب يلاحظون الأطياف الذي تكون أكثر تقبلا وهناك تباينات جغرافية كبيرة في اختيار اللون الذي له علاقة الى الطعم المعين وان لون الشليك يختلف من البرتقالي– الأحمر الى الوردي البراق واللون المختار له علاقة مع لون التعبئة والمنتجات الأخرى في نفس النوع وهناك عدد من المتغيرات الذي لها علاقة مع اللون وهي:

1. حشوة الغذاء: وهي تشير فيما إذا تستعمل ألوان ذائبة في الماء أو الزيت وفي المستحلبات الذي تملك الحالة المائية والزيتية والذي تكون اقتصادية لتلوين الحالة المستمرة مثل استعمال الألوان المعلقة والذائبة في الزيت في المارجرين وتعبئة القشطة والألوان الذائبة في الماء في مشروبات الحليب وفي المنتجات مع محتوى مرتفع من الحالة المنتشرة مثل المايونيز ومنتج منخفض الدهن.
2. الوصفة الطبية: بعض المكونات مثل السكر والبروتين تملك كثافة لثبات معظم الألوان الطبيعية بينما الأخرى مثل الأملاح وبعض الغرويات، الايثانول وبعض الطعوم الذي تملك تأثيرات سالبة على قابلية ثبات ألون المضاف وان الكمية العالية من حامض الاسكوربيك، ثاني اوكسيد الكبريت ومضادات الأكسدة الأخرى ناجحة في هدم الألوان مثل الانثوسيانينات وفي المستحلبات والمعلقات فأن كثافة اللون تختلف مع كمية الحالة المنتشرة وان حجم الجزيئات ومحتوى المواد الصلبة اللا دهنية الجافة وان الصبغة الذائبة في الماء في مشروب الحليب منخفض الدهن الذي يكون أكثر براق وأكثر كثافة مقارنة الى نفس الجرعة في منتج الحليب مع محتوى دهن مرتفع.
3. الأس الهيدروجيني: قابلية الثبات الحامضية للون تحتاج في تطبيقات الأس الهيدروجيني المنخفض مثل المشروبات الطرية ومنتجات الحلويات وان التراكيب القلوية من ألوان الكلوروفيل والاناتو تكون أكثر حساسية وان التركيب المضادة للحامض يمكن تفضيلها وان زيادة قابلية الثبات ألحامضي يمكن انجازها عند ما صبغة الاناتو غير البكينية قادرة أن ترتبط الى البروتين مثل استعمال حبيبات

الفواكه في عصير الفواكه، تراكيب الكارمين المستعملة في الظروف الحامضية عندما يستعمل اللون في أغذية لزجة لأن الكارمين الذائب بالماء ممتاز في قابلية الثبات في الايس كريم والحلويات المغلية لدرجة حرارة عالية والاصماغ والجلي وعندما تستعمل في المنتجات غير اللزجة مثل المشروبات الطرية فأن الألمنيوم يرتبط في الكارمين يتم هدمه وان اللون مع الراسب يتغير من تفاوت اللون تجاه الطيف البرتقالي، بعض الألوان مثل كل الانثوسيانانات المختلفة تغير طيف اللون مع اختلاف الأس الهيدروجيني وفي أس هيدروجيني حوالي 3 فإنها تعطي لون وردي براق وتفاوت في اللون المحمر، عند التحرك الى جهة الأس الهيدروجيني المتعادل فأن اللون يتغير خلال الأحمر– الشاحب الى المأوي والأطياف المزرقة اعتمادا على مصدر الانثوسيانانات الذي تظهر في الظلام.

4. خلفية اللون: ها تأثير على الغذاء والمشروب النهائي وتأتي الخلفية عن المكونات الاخرى مثل عصائر الفواكه، البهارات ودهن الحليب أو المتولدة خلال الإنتاج مثل منتجات تفاعلات ميلارد وهي ضرورية لظهور عيب اللون والذي تؤثر على اللون المخضر أو المسمر البراق مقارنة الى البداية من الخلفية البيضاء النقية واختيار اللون يتأثر بواسطة وضوح الخلفية وان الألوان تظهر متشابه جدا وبراقة في المنتجات والذي تختلف كليا في الحالة البيضاء.

5. عمليات التصنيع: متغيرات عمليات التصنيع أساسية لأن معظمها تكون حرجة ليست كل الألوان الطبيعية ثابتة حراريا وان الألوان تشبه الكارمين والكركم الذي تملك قابلية ثبات حرارية ممتازة ويكن أن تستعمل في منتجات المعاملات الحرارية الفائقة وان البنجر الأحمر يظهر قابلية ثبات حراري ضعيفة وتؤدي الى ظهور اللون المسمر خلال التسخين وان الأغذية الاعتيادية تؤثر على قابلية الثبات الحراري وان التهوية الذي تستخدم في صناعة الايس كريم والمثلجات وبعض منتجات الحلويات الذي تخفف الألوان بواسطة خفض كثافتها وزيادة بريقها وارتفاع جرعة اللون اللازمة وفي بعض التطبيقات فإنها تكون ان بعض الصبغات لا تحتوي مستحلبات كما تخفض التمدد وتؤثر على قابلية ثبات الخلايا الهوائية المدموجة

6. **الحجم:** عندما الجرعات الموصى بها تكون ذات حجم اعتيادي ومنتجات الأغذية شبه شفافة فأن مسافة الضوء المنقولة تؤثر على كثافة اللون وان المشروبات الطرية في القناني الصغيرة تظهر اخف من نفس المشروب في القناني الكبيرة.
7. **مواد التعبئة:** التعبئة الشفافة للضوء تحتاج لون ثابت بالضوء وان تراكيب الكركم التقليدية والبنجر الأحمر حساسة الى الضوء إلا إنها منخفضة النشاط المائي الذي يؤدي الى تثبيت الكركم وتأخير الخفوت بسبب التطورات التكنولوجية وثبات الضوء للألوان الطبيعية مثل الكركم المتوفر تجاريا.
8. **الدين:** في العديد من دول العالم حول متطلبات الأديان العالمية تؤثر على اختيار منتجات اللون الطبيعية ولمتابعة طلبات المستهلك فان الألوان يجب أن تكون موثقة من حيث المادة الخام وعمليات التصنيع.
9. **المكونات الغذائية المتخصصة:** هناك عدد من المصادر الغذائية الذي تلعب دوراً مهماً في اختيار منتجات اللون الطبيعي والعديد من الأغذية والمشروبات تتجنب استعمال المكونات الغذائية المحورة ومواد الأبقار لإزالة التأثيرات الجينة الذي تسببها الأبقار والمتطلبات النباتية الذي تؤثرعلى اختيار مكونات الغذاء المستعمل في الألوان الطبيعية والتوثيق ها.
10. **التشريعات القانونية:** ليست فقط الصفات الوظيفية في اللون تؤخذ بنظر الاعتبار فحسب، بل كذلك التشريعات المحلية ويقسم اللون الى مجموعتين هما الألوان الموثقة والألوان غير الموثقة فالألوان الطبيعية تتضمن في المجموعة الأخيرة إلا إنها تختلف عن الأخرى من حيث السماح باستخدامها.
11. **السعر:** مقارنة الى الصفات الأخرى مثل المواد الخام، عمليات التصنيع، التعبئة، التسويق والتوزيع فأن السعر للون يكون قليل في معظم المنتجات الغذائية والمشروبات وان الكلفة في الاستعمال للألوان الطبيعية المختلفة لا يزال عامل مهم وان الألوان الصفراء مثل الكركم وبيتا كاروتين الطبيعي والكاروتينويدات المختلطة تكون مكلفة في التطبيق وان أطياف البنجر الأحمر ذات اللون الأحمر الطبيعي غير مكلفة إلا إنها تملك تحديدات بخصوص الصفات الوظيفية وان الألوان الثابتة والبراقة تتولد من الكارمين والانثوسانانات المختلفة الأكثر ثمنا في الاستعمال.

التوزيع الطبيعي للصبغات

الكلوروفيلات الكاروتينويدات من أكثر الصبغات شيوعا في الطبيعة وهي تتضمن العمليات التصنيعية الأساسية والحياة على الأرض تعتمد عليها وان النباتات، بكتريا التركيب الضوئي والبروتوزوا هي المصادر الرئيسية للمواد العضوية الذي تحتاج لتطور الأحياء المجهرية الأخرى مثل اللافقريات والفقريات من الحيوانات فالكلوروفيلات لا توجد في الحيوانات إلا أن الكاروتينويدات تتجمع في بعض الأعضاء مثل العيون والأنسجة مثل الجلد للأسماك وريش الطيور وان الكاروتينويدات الحيوانية يحصل عليها من الأغذية الشائعة ومن الصبغات الأخرى الموجودة في الحيوانات (جدول-2) بعضها يكون مهم وظيفيا مثل بروتينات الهيم والرايبوفلافين بينما الوظيفة الأخرى لا تزال غير واضحة كليا مثل الميلانينات والفلافونويدات والكائنات الأخرى الذي تملك صبغات مهمة الذي تكون مستعملة.

فأن lichen تنتج depsides وتستعمل الصبغات منذ فترة طويلة في الصناعات النسيجية كعوامل تصبيغ وهي تملك تطبيقات كمرشحات لضوء الشمس وكأدلة كيماوية مثل ورقة اللتموس ودلائل الأس الهيدروجيني وبعض الصبغات يحصل عليها بواسطة معاملة مواد lichen وهي orcein, parietin، هناك أكثر من 1000 صبغة تم التعرف عليها في الفطريات

جدول (2) توزيع الصبغات في الحيوانات

الاحياء	مجموعة الصبغات	التوزيع
الفقريات	بروتينات الهيم	توزيع واسع
	الميلانينات	توزيع واسع
	الكاروتينويدات	اللبائن، الطيور، الخنافس، الأسماك
	الرايبوفلافينات	الأسماك، الزواحف والبرمائيات
اللافقريات	الكاروتينويدات	الحشرات، البروتوزوا، الشوكيات، القشريات
	الكوينونات	الحشرات، الشوكيات،
	الميلانينات	الشوكيات، الحشرات والقشريات
	الهيم	الرخويات
	الفلافونويدات	الحشرات

وهي تأتي في المرتبة الثانية في الأهمية بعد الفلافونويدات النباتية والفطرية لا تخلق ضوئيا ولا تحتوي كلوروفيل وتوزيع الكاروتينويدات في الفطريات محدود لبعض الرتب Discomycetes و Pharagmobasidiomycetidae بالإضـــــــــافة الى الفلافونويدات توجد في الفطريات بينما الرايبوفلافينات تعطي اللون الأصفر في Russula,lyophyllum، البيتالينات، الميلانينات وعدد قليل من الكاروتينويدات وبعض الانثراكوينونات تكون شائعة في الفطريات والنباتات وان الكلوروفيلات والكاروتينويدات توجد في بكتريا التركيب الضوئي وفي البكتريا اللاتركيب الضوئي فان بيتا وكاما كاروتين يمكن التعرف عليها وان الكوينونات، الميلانينات والفلافونويدات توجد بكميات في هذه المجموعة وان phenazines توجد في البكتريا مثل iodinin من جنس Chromobacterium sp، فأنpyocyanine الأزرق الداكن من جنس Pseudomonas aeuruginosa وهناك العديد من الفينازينات الذي أمكن وصفها وان بعضها يملك صفات مضادة حيوية ويمكن تميز البكتريا والفطريات بواسطة تلك الصبغات وان البكتريا، الفطريات والطحالب هي المصدر التجاري للصبغات الجديدة.

خزن وتداول المواد الملونة والألوان

يوصي بتبريد معظم منتجات اللون الى درجة حرارة من 4-8 م لتقليل مخاطر النمو الميكروبيولوجي وهدم الصبغات اللونية والصيغ التركيبية للون الحاوية السكر، البروتين وكميات عالية جدا من الماء وان العديد من المستحلبات والمستخلصات السائلة من جذور البنجر وحب الخمان elderberry الذي تكون حساسة الى المخاطر الميكروبيولوجية ومن المنتجات الأخرى الذي تملك قوة لونية بصورة عامة الذي تملك قابلية حفظ قصيرة بسبب هدم الصبغات فأن الشطة تخزن بدرجة حرارة الغرفة لتجنب الفصل بسبب التخثر للمكونات المختلفة بدرجات حرارية منخفضة وان العديد من الألوان بشكل مسحوق المحبة للرطوبة والذي يجب حمايتها من الهواء الرطب لتجنب التخثر وبصوره عامة من المهم إن نتتبع دليل الخزن من المجهز لضمان قابلية الثبات خلال فترة قابلية الخزن والانجاز المثالي للون الطبيعي خلال الاستعمال الأخير بالإضافة الى العديد من العوامل الذي تؤخذ بنظر الاعتبارعند انتخاب

المنتجات الملونة الطبيعية وان التداول خلال الإنتاج من العوامل المهمة وان الدليل الجيد لكيفية تداول الألوان سيكون اعتياديا بواسطة المجهز لضمان الأمان للمعلومات لتخصيص لاتجاهات الاستعمال وأي مخاطر أخرى، عند التداول للون خلال عمليات التصنيع فأن خطر الاتصال أكثر الألوان حساسة يمكن تقليله عندما تحدث في بيئة نظيفة وان الخطر الرئيسي له علاقة الى الألوان الطبيعية الذي تكون ممكنة أن يؤثر على الجلد والعين عند استعمال الصيغ التركيبية القلوية.

تلوين الطعام

تستعمل المواد الملونة الصناعية بكثرة في صناعة الغذاء نظراً لإختفاء اللون الطبيعي للمنتج الغذائي إثناء التحضير والتعرض لدرجة حرارة عالية لذا تضيف مصانع الأغذية مادة ملونة تجعل الطعام يبدو أكثر جاذبية وتزيد من إقبال المستهلك عليه.

والملفت للإنتباه هو تناقض المواقف والنتائج فبينما اتخذت بعد الدول موقفاً جازماً بضرورة وقف استخدام الملونات الصناعية خاصة في الأطعمة التي تستهدف الأطفال ويحاول القائمين على التهوين من شأن وأهمية الأمر برمته الا أن معظم المصادر الطبية تحذر من تناول هذه المواد الكيميائية المضافة إلى أغذيتنا الرئيسية والثانوية منها كما انها تربط بشكل مباشر بين تلك المواد وبين احتمالات حصول اضطرابات النمو الذهني السليم لدى الأطفال واضطرابات السلوك ومما لا شك فيه هو ان استهلاك كميات كبيرة من هذه المواد الملونة للأطعمة يعد من المثيرات الصحية التي تم ربطها بأمراض الحساسية والعديد من الأورام السرطانية بالإضافة الى الإضطرابات العصبية والهضمية وغيرها من الأمراض المزمنة الا إن هذه الإضافات التي أُكتشف أنها مضرة بالصحة هي محصورة في أنواع معينة وتعتبر المواد الملونة آمنة صحياً بصفة عامة إذا تم استخدام الأنواع المسموحة منها قانوناً وبالتركيزات المصرح بها كما أن تناول جرعات بمعدلات أعلى من المسموح به يؤدي إلى تراكم هذه المواد في الجسم وبالتالي احتمال حدوث بعض الأضرار الصحية خاصة ما إذا كان المستهلك من فئة الأطفال والحوامل والكبار في السن وتتواجد الملونات الصناعية بكثرة في الحلويات المعلبة والعصيرات المحفوظة وحلوى الجلي ويمكن استخدام العديد من المصادر

الطبيعية للحصول على ألوان جذابة تفرح الأطفال وتدخل البهجة الى المائدة العائلية للحصول على اللون المطلوب تحديداً وتعد الثقافة الهندية الأشهر في استخلاص الملونات النباتية من الأزهار المختلفة



فاللون الأحمر للحصول على اللون الأحمر في الأطعمة المطبوخة ويمكن إضافة قطعة صغيرة من الشوندر أما في الأطعمة الأخرى فإضافة القليل من مسحوق البابريكا هو كل ما تحتاجه للحصول على اللون الأحمر الدافئ، اللون الأصفر هو اللون المطلوب في تلوين العديد من ولائم الرز وكذلك في بعض الصلصات الهندية الشهيرة وإضافة ملعقة صغيرة من الكركم أو منقوع بذور اليقطين هي كفيلة بإضفاء النكهة واللون الطبيعي المميز، يمكن الحصول على اللون الأخضر من خلال إضافة العديد من الأوراق الخضراء والأعشاب العطرية مثل ورق السلق، السبانخ والشبت خاصة اذا تم فرمها بحجم صغير جداً وبالإمكان الحصول على اللون البني من خلال غلي أوراق الشاي في قليل من الماء ومن ثم تركه حتى تبرد، يمكن الحصول على اللون البرتقالي من خلال عدة مصادر كالكركم المركز، العصفر، الجزر، الزعفران المنقوع في الماء وقشر البصل الاحمر المنقوع لمدة في ماء دافئ لكن اللون الأبيض هو اللون الناصع المفضل في الحلويات وولائم الرز ويمكن الحصول عليه في الحلويات باستخدام مشتقات الحليب أما في الرز يفضل عدم إضافة أي مكونات صغيرة من شأنها ان تبهت لونه ويمكن في هذه الحالة إضافة النكهة بوضع المنكهات بشكلها الخام كحبوب الهيل والقرفة كاملة واللون الأسود هو لون من الصعب الحصول على درجة غامقه دون الإستعانة بمواد سوداء أصلاً مثل شراب الفطر الأسود وبعض الأعشاب اليابانية الداكنة.

أسباب استعمال الملونات

المستهلك يرغب اللون، الطعم والنسجة كصفات رئيسية للغذاء وان اللون هو صفة مهمة ومرتبط مع أمان الغذاء والتفاح يجب أن يكون أحمر أو أخضر، اللحم يجب أن يكون أحمر والبازلاء تكون خضراء واللون مرتبط مع التلف وعمليات التصنيع الرديئة أو النقل المعيب ونوعية المنتجات الغذائية مرتبط مع اللون، المنتجات الغذائية المستهلكة بعيدة عن المنتج والذي تقدر 75% من الغذاء في الدول المتطورة وان عمليات التصنيع والنقل للغذاء من الخطوات الأساسية وهدم وفقد المظهر من الظواهر الشائعة واستعمال المواد المضافة بواسطة صناعة الغذاء من الخطوات الضرورية والأساسية لاستعادة مظهر الغذاء الأصلي ولضمان انتظام اللون وكثافة اللون الاعتيادية الموجودة في الغذاء وحماية المكونات الأخرى مثل مضادات الأكسدة والحصول على أفضل مظهر للغذاء وحفظ الخصائص المرتبطة مع الغذاء وتساعد كصفات رؤية لنوعية الغذاء وهي مهمة لذكر بان المواد الملونة لا تستعمل لتغطي العمليات التصنيعية الرديئة.

أهمية استعمال المواد الملونة الطبيعية

تستعمل المواد الملونة لتعطي مظهر جذاب للمنتجات المصنعة منزليا وان استعمال المواد الملونة الطبيعية في التصبيغ للمنتجات الغذائية وان بعض الأجناس مثل الزعفران تستعمل لتجهيز الطعم واللون وان التطور الصناعي لإنتاج الغذاء ونمو متطلبات المواد الملونة الذي تكون مشتقة من المعادن الذي تستعمل في تصنيع الغذاء وان بعضها يسبب مشاكل صحية مختلفة وتستعمل كرومات الرصاص وكبريتات النحاس في تصبيغ الحلويات الذي تسبب الموت لبعض الإفراد وهي ملوثة مع الزرنيخ والشوائب السامة الأخرى وان اعداد كبيرة من المواد الملونة مشتقة من المواد الملونة للقطران ومشتقات البتروليوم الأخرى والذي تستعمل مواد ملونه صناعية في الغذاء والأدوية ومواد التجميل.

صناعة الملونات الطبيعية

تعتبر الملونات الطبيعية من أهم المنتجات الثانوية التي يمكن الحصول عليها من بعض العائلات والفصائل النباتية وتمثل الملونات إحدى العناصر الرئيسية المسؤولة عن اللون المتميز للنباتات وأعضائها المختلفة وتتميز الملونات بسهولة فصلها عن الأعضاء النباتية الكاملة لها بواسطة طرق الاستخلاص المختلفة ومعظم الملونات الطبيعية تنتج في صورة مواد سائلة أو مساحيق بعد استخلاصها ونادرا ما تكون في صورة صلبة ويتم استخلاصها من داخل سيتوبلازم الخلايا الحية للأنسجة النباتية المختلفة والملونات الطبيعية تتواجد داخل قشور وثمار النبات وأيضاً داخل البراعم الزهرية وأهمية الملونات المستخلصة تكمن في استخدامها خلال عمليات تلوين المنتجات الغذائية والحلويات حيث تتلاشى آثارها الجانبية الضارة ولكنها تتميز بملائمها الاستخدامية من حيث الطعم والرائحة ويمكن الاستفادة من بعض المحاصيل الزراعية في إنتاج عدد من الملونات باستخدام التكنولوجيا التقليدية لعمليات الاستخلاص من بعض الخضراوات والمحاصيل الزراعية التي تتميز بخصائص لونية أساسية مثل اللون الأحمر، الأخضر، الأصفر، البرتقالي والبني بما يحقق زيادة القيمة الاقتصادية لبعض المحاصيل عن طريق التوسع في عمليات التصنيع الزراعي وتعتمد أغلب المنتجات الغذائية سواء المستخدمة للطعام أو المشروبات على استخدام الملونات كوسيلة من وسائل زيادة الكفاءة الجمالية واللونية مما يساهم في زيادة القابلية عليها من قبل المستهلك ويمكن الحصول على ملونات عديدة من بعض الخضراوات سواء من الأوراق أو الأفرع وكذلك الجذور والسيقان والأزهار ويتم ذلك عن طريق أساليب طرق الاستخلاص المتاحة والتقليدية التي يمكن استخدامها وتتلاءم مع قدرات الأيدي العاملة والمتوفرة حيث تتوافر مصادر الخامات الأساس وتعتمد جودة الملونات على كمية التركيز والاستساغة والقوام والتركيب في النبات بالإضافة إلى تكاليف الإنتاج لذلك من المهم حساب الكميات المناسبة من المواد الأولية اللازمة للصناعة حيث يساعد في إنتاج ملون متزن من المحاصيل الزراعية، الحصول على ناتج ذات صفات متماثلة في الجودة من يوم وآخر، الحصول على ناتج يفي بالمواصفات القياسية الخاضعة للقوانين الصحية، توحيد اللون الناتج ودرجته والنسبة المرغوبة من الرطوبة وتستخدم العديد من النباتات الزراعية التي تتميز بمستويات لونية عالية

وبعض الإضافات وتتلخص نوعية الخامات المستخدمة كنباتات البنجر، البقدونس، السلق، الكركم، الجزر وتتعدد طرق الاستخلاص للمكونات تبعا لشكل ونوعية الخامات المستخدمة:

1. **طرق الاستخلاص بالعصر:** تتكون هذه الطريقة من وحدات متكاملة من آلات العصر والتركيز والتبخير للحصول على الملونات بصورها المختلفة المركزة أو المخففة وأهم الطرق المستعملة حديثاً لاستخلاص الملونات تتلخص في:

أ. **طريقة الأسطوانات القديمة:** وتستعمل هذه الطريقة وحدات العصر الميكانيكي حيث تتكون من أسطوانات متوازية في الوضع الأفقي وتوجد بسطحها الخارجي تجاويف شعرية وهي مصنوعة من الصلب أو الحديد المكلفن ومثبتة على حوامل حديدية وكل أسطوانتين متجاورتين تدور كل منهما في حركة عكسية والمسافة بينهما 3 سم في الصف الأفقي الأول و1.5 سم في الصف الثاني و0.5 سم في الصف الثالث و0.2 سم في الصف الرابع وجميع الأسطوانات تغطى بغطاء خارجي عدا الفتحة العلوية لوضع الخامات النظيفة والمقطعة إلى أجزاء آلياً وأثناء إدارة الأسطوانات تعمل بدورها على عصر أجزاء الثمار للحصول على العصير الخلوي ثم تسحب المواد إلى أجهزة الترشيح لفصل العصير السائل عن المواد النباتية الصلبة ثم ينتقل هذا العصير الخلوي إلى أجهزة التركيز ولتكوين مركزات العصير الملون أو تنتقل إلى أجهزة التبخير لتكوين مساحيق العصير الجافة أما البقايا الصلبة فتنتقل لاستخدامها كعلف جاف أو إلى أجهزة الفصل للمكونات العضوية مثل الأحماض والبكتريا والأملاح المعدنية التي يمكن استخدامها في العمليات الصناعية المختلفة.

ب. **طريقة الأسطوانات الحديثة:** هذه الطريقة تشبه السابقة في معدات العصر والفصل والتركيز والتبخير الخاصة لفصل العصائر الخلوية الملونة إلا أنها تدار ميكانيكيًا ويتحكم العصير والبقايا الثمرية إلى الأجهزة المختلفة آليا دون تدخل العنصر البشري بل تدار بواسطة أجهزة حديثة ومعقدة التركيب ذلك لأن جميع أجزاءها تعمل كوحدات متكاملة ومتناسقة في آن واحد وبذلك تصبح هذه الأجهزة متعددة الأهداف والأغراض.

2. **الاحتياجات اللازمة قبل وبعد عملية العصر:** غسل الخامات كالأوراق الخضراء أو الثمار قبل عصرها واستخلاص العصير الخلوي بالماء الجاري وبمحلول الصابون أو بمحلول كربونات الصوديوم لإذابة المواد العالقة بها مثل الأتربة والطين والحشرات القشرية والفطريات النامية عليها.
3. **وحدات الغلي والتركيز:** يجب أن تصنع من الحديد المكلفن أو الألومنيوم أو الصلب الغير قابل للصدأ لمنع أي تفاعل كيمائي بين الملونات والمعادن الثقيلة المكونة لمعدن وحدات التركيز خلال تشغيلها حيث يتم وضع الخامات المغسولة في أوعية كبيرة مملوءة بالماء وتحت ضغط مرتفع لعدة دقائق لتسهيل خروج العصير وسرعة تحريرها خلال فترة قصيرة لرفع إنتاج العصير وزيادة جودته، حفظ العصائر بعد عملية الاستخلاص في أوعية من الأ لومنيوم لإمكانية تركيز العصير وفصل الماء الزائد، تغلى العصائر في أواني من الألومنيوم لتبخير الماء الزائد وزيادة نسبة التركيز المناسب لعمليات الاستهلاك وتعبأ الملونات في الأوعية الزجاجية الداكنة وتضاف مواد الأكسدة مثل حمض الستريك وهو وسيلة مساعدة لمنع الأكسدة وحفظ الملونات أكبر فترة ممكنة.
4. **وحدة قياس التركيز:** يجب وضع نظام إنتاجي لقياس نسبة تركيز الملونات تبعا لطبيعة الخامات المستخدمة وكمية العصارة الناتجة.
5. **وحدات ازالة الطعم:** عمليات إزالة الطعم هامة جداً للملونات لإمكانية استخدامها في جميع الصناعات الغذائية دون أن يؤثر ذلك على طعم المواد الغذائية الملونة.
6. **التعبئة والتغليف:** تستخدم العبوات الزجاجية الملونة باعتبارها وسيلة فعالة لعملية الحفظ إلا أنه يستلزم الاهتمام بعمليات التغليف والتعبئة في عبوات كرتونية تسمح بعمليات الحماية والنقل والتخزين دون أي أخطار على عبوات المنتج.
7. **التسويق:** نظرا لزيادة انتشار مصانع الحلوى والإنتاج الغذائي زاد الطلب على تصنيع الملونات الطبيعية حتى نبعد عن إستعمال الملونات الصناعية ذات التأثير الضار على الإنسان والبيئة التعبئة الجيدة التي تحافظ على المنتج من التلف وظهور الاسم التجاري وتعبئة المنتج بكميات مختلفة تتناسب مع حاجات المستهلكين المتغيرة ويمكن أن يتم التسويق هذه بالاعتماد على مندوبي المبيعات، توزيع عينات من المنتج على محلات البقالة والسوبر ماركت ومصانع

الحلوى، الاشتراك في المعارض الداخلية وذلك من خلال مصانع الحلوى والمنتجات الغذائية ومتاجر الجملة للمواد الغذائية.

الجودة: يجب التخلص من الحشائش الغريبة مع النباتات قبل عمليات التصنيع لتجنب خفض الصفات الطبيعية والكيماوية للعصارة الملونة والتخلص من الأتربة والحصى العالق بالنباتات لتجنب رداءة الملونات وتغير اللون حيث ان غلى البقدونس والسلق يساعد على زيادة إنتاج الملونات بعد عملية العصر الهيدروليكي والمحافظة على مكونات اللون ولزيادة القدرة التنافسية هذه المنتجات يجب مراعاة جودة المنتج كتركيز اللون، خلوه من الشوائب والأتربة، القوام، والخلو من الطعم.

المواد الخام المستعملة

المواد الخام المستعملة في إنتاج الصبغات هي المركبات العضوية وغير العضوية وان معظم المركبات العضوية المستعملة هي العطرية وبعض الحلقية غير المتجانسة وفيما يلي بعض المواد الخام الأولية المستخدمة لإنتاج الصبغات.

1. **القطران:** هو المصدر التجاري للمركبات الوسطية للصبغة وهو خليط معقد من المواد المستحصل عليها من فحم bituminous بالتقطير وبعد التقطير تنتج 5 أجزاء مع مديات من درجات الغليان.

- **الزيت الخفيف:** درجة غليانه من 230 - 270 م، يعاد تقطيره والأجزاء تعامل مع محلول الصودا الكاوية كهيدروكسيد الصوديوم وحامض الكبريتيك المركز ويجرى تقطير جزئي للحصول على المواد الخام مثل البنزين، التلوين والزايلينات.
- **الزيت المتوسط:** درجة غليانه من 170 -230م و naphthalene يحصل علية من الزيت المتوسط بواسطة الترسيب البارد وان البلورات تكبس وتعامل مع الصودا الكاوية، حامض الكبريتيك وأخيرا التقطير والتسامي.
- **الزيت الثقيل:** درجة غليانه من 230 - 270 م.
- **زيت anthracene:** درجة غليانه أكثر من 270 م.

- **Pitch**: راسب غير طيار.

2. النفط: في الوقت الحاضر، قطران الفحم مصدر مهم لتلك المواد الخام إلا أن البتروكيمياويات تزيد من أهميتها وان النفط هو المصدر الأساسي للمواد الخام لإنتاج المواد الملونة الموثقة في العديد من دول العالم.
3. المركبات الكيماوية: ويمكن إنتاج كميات كبيرة من المواد الأخرى الذي يمكن استعماها مثل الأحماض العضوية والأملاح، المركبات الاليفاتية وغير الحلقية مثل الكحولات، الكيتونات، الحوامض، الكلوريدات الإضافة الى المركبات الحلقية غير المتجانسة مثل البيريدين و picoline.
4. المركبات العطرية: المواد المكونة هي مركبات وسطية لمواد ملونة أكثر تعقيد أخرى والأكثر شيوعا لإيجاد مركبات عطرية بديلة مثل الكلورين، البرومين، الكبريتات، النترو، النتروزو، azoxy، ازو، الامينو، alquilamine الأسيل أمين، الهيدروكسي، الكيتو، الفورميل، الكربوكسي ويحتاج تخليق الصبغات العديد من المراحل.

تفاعلات الملونات

هناك عدد من التفاعلات الذي يمكن انجازها وهي:

1. إضافة النترات **Nitration**: مجموعة النترو تستبدل ذرة هيدروجين من المركبات العطرية ويستعمل خليط حامض النتريك وحامض الكبريتيك وتكون درجة الحرارة لا تزيد عن 50 م والتفاعل باعث للحرارة ويجب السيطرة على درجة الحرارة.
2. إضافة الكبريتات **sulfonation**: هي إضافة مجموعة الكبريتيت SO_3^{-2} وتنجز باستعمال حامض الكبريتيك المركز.
3. الاختزال: تستعمل مركب النترو كمصدر للأمينات والأوكسجين يستبدل بواسطة الهيدروجين وان مركبات النترو تخلط مع الحديد iron borings وكميات قليلة من حامض الهيدروكلوريك مع تحريك الخليط قويا وبواسطة هذه

الطريقة فأن الانيلين والأمينات الأخرى واوكسيد ألحديديك يمكن الحصول عليها وان الأمين ينقى بواسطة التقطير ألتجزيئي.

4. **الهلجنة halogenations**: الهالوجين مثل الكلور، الفلور، البروم واليود ويمكن إجراء الهلجنة بدون عامل مساعد وفي حالات أخرى فأن diazonied amine تعامل مع كلوريد النحاسوز آو البروميد.

5. **إضافة الأمين Amination**: تتحول مركبات الكلور الى أمينات بواسطة تحلل الامونيوم aminolysis تسخن مركبات الكلور مع الامونيا السائلة في ضغط فوق الجوي بطريقة Dow ويتحول الكلورو بنزين الى أنيلين بواسطة التسخين مع الامونيا السائلة بدرجة 240م باستعمال اوكسيد النحاس كعامل مساعد.

6. **إضافة الهيدروكسيل hydroxylation**: تضاف مجموعة الهيدروكسيل الى الجزيئة الوسطية وهناك العديد من الطرق الممكن تطبيقها مثل fusion بواسطة هيدرو كسيد الصوديوم وتفاعل Bucherer ومعاملة الأمينات العطرية مع الكبريتيت أو ثنائي الكبريتيت السائل، تحليل أملاح الديازونيوم بواسطة حامض الكبريتيك السائل وتحليل مائي لمجاميع الكبريت والأكسدة.

7. **الأكسدة**: ارتباط المادة مع الأوكسجين أو أي تفاعل الذي تجعل الذرة تفقد الكتروناتها وان مجموعة المثيل تتحول الى أحماض كربوكسيلية مثل مركبات styrl وهناك العديد من العوامل المؤكسدة الذي يمكن استعمالها مثل هايبوكلوريت الصوديوم، برمنكنات البوتاسيوم.

8. **إعادة ترتيب البنزيدين تحويل النترو بنزين ومشتقاته الى مشتقات ثنائي فينايل diphenyl** وتتم في مرحلتين هي اختزال القلوي مع غبار الزنك الى hydrazobenzene آو المعاملة مع حامض الهيدروكلوريك وبعد كرمله المواد الملونة الطبيعية تستعمل على نطاق واسع في الأغذية حيث أن بعض الألوان الصناعية المستعملة كمضافات في الأغذية وهذه الألوان تكون موثقة تحت تقييم FDA وصناعة المواد الملونة الموثقة تتضمن إنتاج العديد من المركبات مع خصائص كيماوية مختلفة.

تحسين الصفات الوظيفية للون الطبيعي

لا زال العدد الكبير من الصناعيين في مجال الأغذية والمشروبات يستعملون الألوان الطبيعية بسبب أطياف اللون المعتمة وقابلية الثبات الضعيفة مع اضمحلال سريع وصعوبات في التداول واكتشفت تقنات جديدة في الصيغ التركيبية وعمليات التصنيع الذي لها القدرة أن تحل تلك الإصدارات والارتباط مع استعمال مواد خام عالية النوعية والذي من الممكن أن تطور المنتجات وطريقة صناعتها الذي تعطي أفضل صفات وظيفية خلال التداول وفي المنتجات الغذائية النهائية وهناك العديد من الاعتبارات الذي توخذ لتطوير الألوان الطبيعية مع تحسين قابلية الثبات تجاه الأس الهيدروجيني المنخفض، الضوء والحرارة مع زيادة البريق للصبغات المختلفة وتكنولوجيا الذي تطبق في مجال التغليق الدقيق، إضافة مضادات الأكسدة، الاستحلاب والمعلقات الزيتية.

1. **التغليف الدقيق microencapsulation**: التغليف الدقيق للمواد المختلفة هي تقنيات شائعة جدا الذي يزداد تطبيقها في أنواع مختلفة من الصناعات وفي الصناعة الصيدلانية فهي تستعمل لضمان النقل للأدوية خلال الجهاز الهضمي حتى الوقت الأمثل لتناولها ، فأن التغليف الدقيق يستعمل لتحسين قابلية الثبات الكلية بالإضافة الى تأخير تحريرها حتى الوقت الأمثل خلال الطبخ أو الأكل ويمكن هدم التغليف الدقيق في وقت معين أو تحت ظروف معينة وللون، فإن التحدي يديم الحماية المعطاة بواسطة التغليف بالرغم من تأثير العوامل الفيزياوية والكيماوية المختلفة في المنتجات الغذائية والمشروبات النهائية أو خلال صناعتها ولان معظم المنتجات الغذائية والمشروبات المبنية على أساس الماء، فإن التغليف الدقيق للون وخاصة المفيد للصبغات الذي لا تذوب في الماء، الكاروتينويدات مثل بيتا كاروتين وليوتين الطماطة والشطة بالإضافة الى الكركم، الكارمين، الكلوروفيل والكربون الأسود، هناك ألوان مغلفة دقيقة مختلفة تكون متوفرة الذي تختلف مع التغليف، طريقة الإنتاج والصيغة التركيبية النهائية وان مادة التغليف يمكن تخليقها مع مكونات غذائية عكسية مثل البكتينات، الاصماغ والكربوهيدرات إلا إنها أيضا تستعمل البروتينات

واللبيدات وهناك العديد من طرق الإنتاج المختلفة للألوان المغلفة الدقيقة الذي تتضمن خطوات عمليات التصنيع مثل الخلط، الربط، التعديل، التجفيف، النوعية العالية والمتخصصة من المادة الخام يمكن استعمالها وهي مهمة لتقدير طيف اللون والصفات الوظيفية في نقاط سيطرة حرجة خلال الصناعة للألوان المغلفة الدقيقة وفي المنتجات النهائية الذي تكون متوفرة بشكل سائل ومسحوق، هناك العديد من المحاسن الذي يمكن انجازها مع التغليف الدقيق للالون وبعض تلك هي سهولة تداولها، وزنها وإضافتها الى النظام الغذائي، القابلية العالية لانتشار الماء تسمح للتنظيف السريع والفعال لأجهزة عمليات التصنيع والسيطرة على حجم الجزيئات خلال عملية التغليف الدقيق الذي تكون أساسية لضمان الاستعمال الأمثل للصبغات اللونية وتأثيرات التلوين الناتج في انعكاس الضوء من سطح الجزيئات وهناك علاقة قريبة بين سطح الجزيئات الكلية وكثافة اللون، توزيع حجم الجزيئات عامل مهم في قابلية ثبات اللون في المنتجات السائلة مثل المشروبات كجزيئات لونية كبيرة تملك قابلية لتكوين راسب، وان الكارمين والكركمية هي لونين ذات فوائد رئيسية يمكن انجازها بواسطة التغليف الدقيق وان قابلية الثبات تحت الظروف الحامضية يمكن تحسينها ومن الممكن استعمال هذا اللون في المشروبات لانجاز اللون الوردي وظهور الضبابية وفي الصيغ التركيبية القياسية، فأن الكركمين يظهر قابلية ثبات ضعيفة عندما يتعرض الى الضوء إلا انه بواسطة حجزه في مواد التغليف الدقيق من الممكن انجاز قابلية ثبات ممتازة ولون ليموني براق والذي يمكن ظهوره في منتجات الحلويات والمشروبات الطرية والذي تحلل في مواد تعبئة شفافة وزيادة قابلية ثبات الضوء تنجز مع تغليف دقيق من المواد الملونة الأخرى مثل الاناتو والشطة والانتقال للألوان الذائبة في الماء تعتبر مشكلة في العديد من منتجات الأغذية المختلفة مثل المثلجات بمختلف أنواعها والأسماك المصنعة ومن فوائد استعمال منتجات التغليف الدقيقة هي بقاء مادة التغطية وعدم انتقالها باتجاه معاكس الى الألوان التقليدية وان التغليف الدقيق يزيد بريق العديد من الألوان الطبيعية وهي صفة مفيدة عند الخلط وهناك العديد من الألوان التقليدية الذي تكون معتمة ورمادية عندما تخلط وان منتجات التغليف الدقيقة تبقى ساطعة vivid وجذابة وتزيد من إمكانية استعمالها وفي طريقة أخرى، فأن صناعة

الأغذية والمشروبات تقلل عدد الألوان الذي تحتاجها ومحاسنها إن لها علاقة الى فراغ الخزن وجذابة التعليم للمنتجات المتعدد الألوان مثل الحلويات السكرية.

2. إضافة مضادات الأكسدة: التركيب البنائي للكاروتينويدات يتألف من سلسلة من الأواصر المزدوجة كربون – كربون المرتبطة وهذه الحالبة مع كاروتينويدات مخلوطة الألوان متوفرة تجاريا، بيتا كاروتين، ليوتين، أناتو وشطة، عندما الآصرة المزدوجة تتعرض الى الأكسدة فأن الألوان يتم تركيبها مع مضادات الأكسدة المختلفة مثل التوكوفيرولات، حامض الاسكوربيك ومستخلصات إكليل الجبل rosemary ويمكن استعمال مضادات الأكسدة بمفردها إلا أن أكثر ارتباطا لتعطي حماية مثالية للون المعطى، يمكن تطبيق الحماية في اللون نفسه خلال الخزن، خلال عمليات التصنيع الأولية وقابلية الحفظ للمنتجات الغذائية والمشروبات مع استعمال مضادات الأكسدة، فأنه من الممكن زيادة قابلية ثبات لون الشطة، الكاروتينات والليوتين ومراقبة متطلبات قابلية الحفظ في المنتجات مثل المشروبات الطرية، الصابون، الصاص ومنتجات اللحوم والحلويات السكرية بالإضافة الى زيادة قابلية الثبات خلال الخزن وان اللون له أفضل قدرة للثبات مثل المعاملة الحرارية العالية، قسوة التعرض للضوء وارتفاع تركيز الملح.

3. المستحلبات Emulsions: عدد من الصبغات اللونية الطبيعية مثل الكاروتينويدات تكون غير ذائبة في الماء ولمراقبة المتطلبات التقنية للمنتجات الغذائية المائية والمستحلبات لتلك الالون تكون متوفرة لعدد من السنوات وتحديداتها يمكن ملاحظتها في المنتجات السائلة مثل المشروبات الذي تنتج في استقرار اللون في عنق القنينة وهي ما تسمى تكوين الحلقة ومن التحديات لصناع اللون الطبيعي هو تكوين الصيغة السهلة لانتشار الاستحلاب الذي تكون ثابتة في العديد من التطبيقات ويعمل عمل ذلك تحت ظروف عمليات التصنيع المثلى، اختيار المستحلب والمكونات الأخرى لانجاز اللون مع قطيرات من حجم مثالي وصفات سطحية، عامل الاستحلاب يكون أسترات مختلفة او كلسيريدات أحادية وثنائية وكذلك أنواع مختلفة من الاصماغ والنشا المحور الذي يمكن استعمالها وبواسطة السيطرة على عمليات التجنيس لمنتجات اللون المؤسترة، فأن حجم القطرات يمكن الحصول عليه وان جزيئات الاستحلاب الصغيرة اقل من 1 ميكرون تعطي مظهر شفاف في التطبيقات بينما الجزيئات الكبيرة تنتج مظهر ضبابي

والفروقات في حجم الجزيئات تسبب ارتفاع في التباينات في طيف الالوان وان السيطرة على العملية الجيدة يكون أساسي خلال صناعة لون الاستحلاب وفي نفس الوقت هذه تكنولوجيا تعطي فرصة جيدة لخلق منتجات مختلفة مع تفاوت لونية مختلفة في التطبيق النهائي والحاجة الى أنظمة استحلاب يمكن تكون ذات قابلية ثبات في أس هيدروجيني منخفض مع فقد التفاعل مع المكونات الأخرى في التطبيقات النهائية مثل الكحولات في صيغ تركيب الطعم.

4. معلقات الزيت oil suspensions: بنفس الطريقة فإن الاستحلاب أو التغليف الدقيق يمكن أن يستعمل لخلق طيف من الألوان الطبيعية للاستعمال في الوسط المائي ومن الممكن استعمال مدى من الألوان للتطبيقات الدهنية مع الصبغات الذي لا تكون ذائبة طبيعيا في الدهن أو الزيت وهذا يمكن عمله بواسطة طحن الكارمين، البنجر الأحمر، الكربون الأسود والألوان الطبيعية الأخرى في الزيت ثم إضافة اللون الوردي، الأحمر، الشاحب والطيف الأسود لوجود إمكانيات مع الأخضر، الأصفر والبرتقالي وبواسطة الشكل والحجم الأمثل للجزيئات المعلقة من الممكن خلق الألوان مع مظهر ساطعvivid وبراق جدا، ارتفاع قابلية التلوين وقابلية الثبات الممتازة، الطحن يساعد تجنب الاستقرار خلال خزن اللون وجعل المنتجات اللونية أسهل للتداول وان المعلقات الزيتية المنتجة بواسطة الطحن تكون مناسبة لتغطية الدهن.

مستقبل الألوان الطبيعية

سوق الألوان الطبيعية ينمو مرتين أسرع من الألوان الاصطناعية بالإضافة الى تحسين انجاز التقنيات الموصوفة في الأنظمة السابقة وهناك عدد من العوامل الأخرى الذي تؤثر عليها وتوجد زيادة عامة في الطلب تجاه المكونات الطبيعية وهناك حركة متميزة في السنوات الأخيرة تجاه الألوان الطبيعية وخاصة في الطعوم والألوان في العديد من دول العالم ويرتبط العديد من المستهلكين مع المنتجات الطبيعية مع النوعية العالية والجيدة واللون الطبيعي في الغذاء والمشروب الذي تعطي نوعية عالية بينما المنتجات البراقة صناعيا تعطي صفة معاكسة وعلاقة الى اللون، فأن الألوان تكون مشتقة من مصادر معلومة مثل جذور البنجر، العنب، اللهانه والشطة الذي تجعل

المستهلك يشعر بالأمان والتعرف عليها وقبولها بسهولة والصحة لعامة تكون مهمة في السنوات الأخيرة لأن المستهلك يزداد حذرة من العلاقة بين الغذاء والصحة وقابليتها للتأثير عليها وان صفة الغذاء الوظيفية الكلية مبنية على أساس الحقيقة القائلة بأن الحذر لا يزال منخفض في أوروبا ومنتجات الأغذية والمشروبات المدعمة يتوقع أن تلعب دوراً مهماً في زيادة الطلب على تلك السلع وان المكونات الغذائية المختلفة اليوم تطلق في الأغذية الوظيفية، في الواقع لا يستطيع معظم المستهلكين الامتناع عن شراء السلع الغذائية المصنعة لأنها لم تحضر من مصادرها التقليدية لاسيما في ظروف قلة كميات الأغذية الطبيعية المتوفرة وارتفاع أسعارها في الأسواق كما لا تستطيع الصناعات الغذائية أن توفر لجميع الناس سلع غذائية ترضي أذواقهم دون استعمال عدد من المركبات المضافة في تحضيرها وتحدد القوانين الغذائية في دول العالم أنواع المواد المضافة المسموح استخدامها في صناعة الأغذية وهي تختلف أحياناً من بلد إلى أخر فمثلا تنظم القوانين الصحية الأمريكية استخدامات المواد المضافة للأغذية ولا تصرح إدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA باستعمال أي منها دون حصوها على أدلة علمية تؤكد عدم ضررها لصحة الإنسان كما تحظر تداول أي مادة مضافة عند ظهور أي مشكلة صحية نتيجة استخدامها وخاصة عندما يكتشف بأن ها تأثيرات مسرطنة ويتوقع العلماء التوسع مستقبلا في استخدامات المواد المضافة للأغذية لإنتاج أغذية جديدة لا نراها مطلقا في المزارع وسوف تشكل نسبة متزايدة من أطباق الطعام على موائدنا.

استخدامات الاصباغ

من ذلك استعمال أصباغ الأزو Azo Dyes المحضرة من قطران الفحم وهي تشمل صبغة ترترازين ولونها أصفر، صبغة أصفر غروب الشمس، صبغة أحمر، مركز ثنائي إيثايل أمين بنزين وهو مادة تستعمل في تلوين الزبد الصناعي وغيره باللون الأصفر كما تستعمل أصباغ الأمينات الأروماتية مثل بيتا نفثايل أمين وتمثل حيويًا داخل الجسم إلى مركبات ها نشاط مسبب للتطفر الخلوي وتستعمل هذه الأصباغ بشكل واسع في صناعة المشروبات كالمياه الغازية وعصائر الفواكه الصناعية ومساحيق شرابات الفواكه الصناعية التي يضاف إليها الماء لتحضيرها وبعض الحلوى،

وتسمح القوانين الغذائية في معظم دول العالم باستخدامها في الصناعات الغذائية وصنفت الأصباغ المحضرة من قطران الفحم المسموح بها في الولايات المتحدة حسب استعمالاتها إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي:

الأولى: أصباغ FDS: وتستعمل في تلوين الأغذية والأدوية ومستحضرات التجميل.

الثانية: أصباغ CD: ويصرح استعمالها في الأدوية ومستحضرات التجميل.

الثالثة: أصباغ مشتقة من المجموعة الثانية: تستخدم خارج الجسم في الأدوية ومستحضرات التجميل باستثناء الشفتين (أحمر الشفاه) والأغشية المخاطية المبطنة في الجسم.

استعمالات المواد الملونة

ازداد استعمال الالون الطبيعية في الغذاء والمشروبات مع زيادة إنتاج الألوان الصناعية وهناك عدد من الأسباب هذا التطور الذي يكون مبني على أساس التحسينات التكنولوجية وحاجة السوق وتستعمل الألوان الطبيعية بواسطة الصناعات الغذائية والمشروبات الذي تصف مدى من اللون الأصفر الى الأحمر والأخضر الى الأسمر والأسود ويمكن تطبيق الألوان الطبيعية في الغذاء والمشروبات والعوامل المؤثرة على استعمال الألوان الطبيعية وإمكانية استعمال المحاليل الملونة الذي تكون براقة وثابتة تحت ظروف التصنيع وخلال قابلية حفظ تلك المنتجات وللمواد الملونة استعمالات عديدة فهي تستعمل لتلوين النحاس، الألياف النسيجية مثل القطن، الصوف، الحرير، مختلف الألياف الاصطناعية مثل الأستيات، النايلون، الرايون، متعدد الاستر، الأكريليك، الورق، الجلود كالدباغة، المواد الغذائية، كالمنكهات، صناعة ضروب الأحبار، التلوين في علم الجراثيم، علم النبات، التحليل النسيجي، الكيمياء التحليلية، صناعة الأدوية، المتفجرات، صناعة ضروب اللك، الفرنيش، الدخان الملون، كواشف حساسة في التصوير الضوئي يستخدم الكارمين كملون غذائي في العديد من المنتجات مثل العصائر، المثلجات، اللبن، الحلوى أو كملونات في

مستحضرات التجميل مثل أحمر الشفاه وظل العيون ومع أنه صبغة حمراء اللون إلا أننا نجده في الكثير من الأطعمة بدرجات اللون الأحمر مثل الوردي والأرجواني ويعرف عن الكارمين كملون غذائي تسببه في حساسية شديدة وصدمة تحسسية لبعض الأشخاص وتستعمل الملونات في إعطاء ألوان تزيد في شهية الإنسان للغذاء فألوان الحلويات تزيدها جاذبية للأطفال وتستعمل الملونات في الأغذية بكميات قليلة مقدرة 20 - 200ملغم/ كغم ومن اهم الاستعمالات هي:

أ. **الاستعمالات الغذائية:** وهناك العديد من العوامل الذي تكون مهمة الاستعمال خلال الانتخاب والسيطرة النوعية والخزن وعمليات التصنيع والتطورات الحديثة في التكنولوجيا الذي تحفز زيادة استعمال الألوان الطبيعية وهناك مقترحات عن تأثير الاستعمالات المستقبلية للألوان الطبيعية وهي تستعمل في الحلويات السكرية، الايس كريم والمثلجات المائية وان اللون الأسود النقي ينجز مع جرعات عالية بينما الجرعات المنخفضة تعطي أطياف مختلفة من اللون الرمادي والصبغة تكون ثابتة جدا تجاه الضوء، الأس الهيدروجيني، الحرارة والأكسدة وفي العديد من الحالات هناك مواد خام مختلفة أو خلطات لتلك الألوان تستعمل لانجاز نفس أو خلطات مشابه بينما الاخري تكون مميزة جدا ويمكن وصف تلك الألوان من حيث المواد الخام، عمليات التصنيع، الأنواع، المنتجات، التطبيقات والمتغيرات الحرجة وتوجد صبغات الكاروتين، اللايكوبين، سكوالين، فايتول والكاروتينويدات في الزيوت والدهون النباتية وهي مسؤولة عن الالوان لكثير منها وهي تربينات مفتوحة السلسلة يحصل عليها من تحلل الكلوروفيل، وجود الكاروتينويدات بشكل سلسلة مستقيمة مثل السكوالين أو حلقية مثل ليمونين وصبغة الاناتو المستخلصة من بذور نبات الاناتو الذي تستعمل في صناعة الزبد والجبن والمارجرين وصبغة الكركم او الزعفران الهندي الذي مصدره جذور أو رايزومات النبات وكل المواد النباتية الخضراء تحتوي صبغة كحولية ذائبة هي الكلوروفيل الذي يساعد في تكوين الكربوهيدرات من ثاني اوكسيد الكربون والماء ويمكن عزل الكلوروفيل a,b من النباتات بواسطة امتصاص محلول الكلوروفيل باستعمال مادة ماصة صلبة الذي تختلف في اللون وتستعمل مواد ملونة صناعية في الكثير من دول

العالم وتستعمل في الإصباغ، البلاستيك، النسيج والغذاء وهناك القليل منها أمين صحيا غير مؤذية ويوصي فقط باستعمال 7 منها في الصناعات الغذائية.

ب. الاستعمالات الدوائية: يمكن توضيح الاستعمالات الغذائية الدوائية لبعض المكونات ممنتجات النباتات والأسماك في حفظ ومعالجة المشاكل الصحية، البهارات الذي تستعمل في معالجة الأمراض المختلفة مثل الفلفل الحار لتقليل الانتفاخ والكركم لمعالجة النكاف والبرد والثوم لمعالجة الأورام، الحبوب بسبب محتواها من الألياف الغذائية لمنع السرطان، منتجات فول الصويا لمعالجة مشاكل صحية مختلفة مثل تقليل مستويات الكولسترول ولمعالجة السرطان ولين العظام، الخضراوات الصليبية لمنع تكوين الأورام، الفواكه والخضراوات تملك صفات مضادة للأكسدة الذي تستعمل كمضادة للبكتريا ومضادة للأورام ومضادة للسكري، منتجات جنسينغ لتحفيز الجهاز المناعي الخلوي ولمنع السرطان، منتجات قنافذ البحر للصفات المحفزة مناعيا ولمعالجة الجروح والأورام، المنتجات البحرية كمصدر للأحماض الدهنيه عديدة عدم الإشباع والمواد الكيماوية الأخرى الذي تملك نشاط مضاد للبكتريا ومضاد للأورام ومضاد للفيروسات، محفزات النمو والمحفزات الأولية لمعالجة الاضطرابات المعدية المعوية ولمنع السرطان.

ج. الاستعمالات الغذائية- الدوائية: المواد الملونة الغذائية الذي تملك صفات غذائية - دوائية، الكاروتينويدات لمعالجة السرطان والتهاب المفاصل، الانثوسيانات لخفض أمراض القلب التاجية ولمعالجة ارتفاع ضغط الدم واضطرابات الكبد بينما البيتالينات كمضادة للبكتريا ومضادة للفيروسات ومضادة للسرطانات، الكلوروفيلات الذي تعمل كمضادة للسرطان، الكركم والكركمين كمضادة للالتهابات ومضادة للسرطان وصبغات Monascus كمضادة للاوزرام السرطانية.

الفصل الثاني

المواد الملونة في الأغذية

المواد الملونة في الأغذية

المواد الملونة وهي طبيعية أو صناعية تستخدم لتلوين المواد الغذائية وذلك لإعطائها اللون المقبول ولتعويض جزء من اللون الطبيعي الذي يفقد أثناء تصنيع الغذاء وتكثر المأكولات التي تزينها مجموعات مختلفة من الالوان الجذابة الصناعية وهذا ما نلحظه في المخابز، محال صنع المربى، الحلويات، التورتة، الكعك، الفطائر والآيس كريم بل ان المشروبات الغازية اصبحت تكتسب الوانا جذابة تشجع على تناولها ففي القرن التاسع عشر بدأ صناع الاغذية في استخدام ملونات اصناعية كالمعادن وخاماتها بدلاً من الملونات الطبيعية النباتية التي شاع استخدامها مثل الفلفل الاحمر البابريكا، الرمان، الكركم، التوت، البنجر وخامات المعادن ولم يكن استخدام المعادن المختلفة وخاماتها امراً امناً او مفيداً للصحة وانما كان ضاراً في كثير من



الاحيان بل اتضح ان استخدام الالوان الطبيعية المعدنية لبعض الاغذية مثل الرصاص الاحمر، الرصاص الابيض، كبريتور الزئبق، كبريات بعض المعادن كالحديد والزنك والنحاس تصبح ضارة اذا استخدمت في تلوين اغذية اخرى ولا تزال تستخدم ملونات اصناعية تحمل شبهة الضرر فيما يتعلق بدرجات بعض الالوان الحمراء والبرتقالية والخضراء ان ادارة الغذاء والدواء الاميركية اعتمدت فقط استخدام تسعة ملونات غذائية من بينها الازرق- 1، الازرق - 2، الاخضر- 3 والبرتقالي B_3، الاحمر- 2، الاحمر- 40، الاصفر- 5 والاصفر 6 وهناك بعض الالوان التي لم تهتم بسلامة استخدامها اعتماداً على انها مشتقة من مواد طبيعية كالنباتات والحيوانات وبعض المعادن الطبيعية الا انها اكدت ولا تزال تؤكد ان كثيراً من ملونات الاغذية الصناعية

تضر بالصحة ويمكن القول ان معظم ملومات الاغذية آمنة وبعيدة عن الخط الاحمر ولا تعرض صحة الانسان لمخاطر مباشرة وان كان هذا لا يمنع من وجود بعض الاضرار والتأثيرات السلبية ومن بين هذه الاضرار الاصابة بحساسيات سرطانية، الاصابة بالربو، ضيق النفس، ضعف الذاكرة والتركيز الذهني وهناك احتمالات بوجود تأثيرات سلبية تؤدي الى مشكلات سلوكية تتضح في تصرفات الانسان كما تؤدي الى فرط النشاط والتشتت الذهني لدى الأطفال بالاخص ويحذر من خطورة الاستعمال غير المحدد للملونات فعدم التقيد بالكميات المحددة أو تجاوز الحد المعمول به عند إضافة الملونات الغذائية قد يسبب مضاعفات للمستهلك خاصة وأن الملونات تدخل في قائمة المواد المسرطنة ولا يتقيد المستهلك بالكميات أو الوزن المحدد عند استعمال الملونات سواء في الأطعمة والحلويات حيث تجده يركز فقط على درجة التلون التي يريدها سواء كانت ذات لون فاتح أو غامق حيث ان هذه المواد الكيميائية تدخل ضمن قائمة المواد المسرطنة وإذا لم يتم التقيد بالكميات المحددة قد تسبب مضاعفات خطيرة على الجسم البشري وأن الصناعات الغذائية التقليدية هي التي قد تتسبب في مخاطر أكثر مثل صناعة المرطبات والحلويات خاصة تلك التي تعتمد أكثر من غيرها على الألوان وأحيانا تتم هذه الصناعة في الشارع مثل الحلوى بالكاكاوية ذات اللون الأحمر أو الأخضر والتي يقبل عليها الكبار والصغار أو في محلات غير مراقبة تماما وهو ما يجعل من هذه الصناعات التقليدية أشد خطورة أحيانا من الصناعات الغذائية المعملية التي تتم في مصانع كبرى لأن هذه المصانع تعودت على احترام القانون وتطبيق ما يرد بالمواصفة لأنها تسعى باستمرار إلى المحافظة على اسمها وسمعتها عكس أصحاب هذه الصناعات الغذائية التقليدية الذين لا يهمهم اسم أو حرفاء وأحيانا تجدهم اليوم في مكان ما ولا تعثر هم على أثر غدا رغم ان مصالح المراقبة الاقتصادية تذكرهم من حين لآخر بالمواد الممنوعة وتشن عليهم حملات مراقبة وعلى العموم فإن قطاع الاضافات الغذائية يبقى دوما في حاجة إلى اليقظة والاحتياط من قبل مختلف القائمين عليه خصوصا أن له علاقة متينة بالصحة البشرية وبواحد من أخطر أمراض العصر وهو السرطان، قلما نجد أي نوع من الأطعمة سواء المعلبة أو المطبوخة في المطاعم على وجه الخصوص بدون ملونات صناعية بقصد تحسين المذاق أو الشكل أو كليهما معاً وتكمن الخطورة في أن هذه الملونات الصناعية لا تقتصر على الحلويات أو المعلبات لكنها امتدت إلى ما نأكله يومياً كالآيس كريم بألوانه المتعددة والرز

واللحم بأنواعه التي تستخدم في الأكل لتدر الربح على صانعي هذه المواد والمأكولات حيث انه تستخدم الملونات الصناعية المسموح بها لأن منظر الأكل لن يكون مقبولاً بدونها حيث يتم خلط اللون المطلوب وهو عبارة عن مسحوق يخلط بالماء ثم يتم وضعه على الأكل وهذه الملونات تجعل منظر الأكل مقبولاً وتفتح الشهية.

الأغذية المعلبة: قد تحتوي الأغذية المعلبة على العديد من الملونات الغذائية الصناعية وقد تحتوي بعض الوجبات الغذائية الخفيفة التجارية والفواكه المجففة على الأصباغ الصفراء الحمراء والزرقاء قد تحتوي الفطائر التجارية، جبات المعكرونة والجبن والبطاطا المهروسة على الأصباغ الغذائية وقد تكون هذه الأصباغ دوراً مشرقاً بصرياً.

الوجبات السريعة: تعتبر وجبات الأغذية السريعة مسؤولة عن الكثير من هذه الأمراض نتيجة لافتقارها إلى الفيتامينات والمعادن اللازمة لصحة جسم الأطفال فالأطفال اللذين يعيشون على الحلويات ورقائق البطاطا الجاهزة ليست لديهم أية فكرة حول كمية الفواكه والخضراوات التي تحتاجها أجسامهم فأن تناول الصغار لمثل تلك الأطعمة قد يسبب هم مشاكل صحية خطيرة في المستقبل حيث إن الغذاء غير الصحي أحد أهم أسباب ارتفاع معدلات الإصابة بأمراض السرطان والقلب والشرايين.

أغذية الأطفال: إن الملونات التي تضاف إلى الأغذية وبشكل خاص أغذية الأطفال يمكن ان تحمل خطورة كبيرة وبشكل خاص إذا ما استهلكت هذه الأغذية بشكل مبالغ فيه حيث تستعمل بكثرة في إعطاء اللون للحلويات وسكاكر الأطفال وأهم المشكلات الصحية هذه الملونات هو الحساسية الجلدية وحساسية الجهاز التنفسي كالربو وهي مشكلات تنتشر بكثرة في المنطقة العربية والحذر هنا واجب حيث يستهلك الأطفال كميات كبيرة من السكاكر يومياً من غير أي ضابط وهذه المواد تشكل خطورة على صحة الطفل من حيث كميات السكريات التي بها عدا عن الملونات التي أشرنا إلى مخاطرها أما في حال تناوله كميات كبيرة فإن هذه المضافات تصبح مهددة سلامته وصحته وتؤثر على نموه وتضره بشكل كبير وهنا نكرر النصيحة بأهمية إقناعهم بالخضراوات والفواكه والطعام الطازج غير المعلب والإقلال ما أمكن من الحلويات والمعلبات لخطورة ما تحتويه من ملونات وأخيراً يراعى عند شراء أي

منتج غذائي قراءة الملصق عليه للتأكد من محتوياته والمواد المضافة إليه ومدة صلاحية المنتج.

فالملونات الغذائية تأثيرات سلبية تتراوح ما بين حساسية مفرطة، قيء، إسهال، حمى وصداع نتيجة تناول كميات متزايدة من الأغذية المحتوية على بعض هذه الإضافات الغذائية ويحذر من استخدام الملونات الصناعية التي تضاف إلى الأطعمة لتأثيراتها القوية على الصحة جراء الأمراض التي تسببها كأمراض الحساسية سواء الجلدية أو التنفسية خصوصا لدى الأطفال إضافة إلى الالتهابات الحادة والمزمنة في المعدة والإصابة بسرطان المخ والقولون والأمعاء نتيجة تراكم استخدام تلك الملونات التي هي في الأصل مواد كيميائية ذات تأثير شديد على الصحة وتحظر القوانين الغذائية في دول العالم في صناعة أغذية الأطفال الرضع كمستحضرات الحليب الصناعي، مساحيق الحبوب والبسكويت الخاص بهم استخدام الملونات لتجنب أخطارها المحتملة على صحتهم.

رقائق البطاطا الجاهزة: خطورة زيادة معدل استهلاك رقائق البطاطا الجاهزة\الشيبس على الأطفال فهي تسبب إصابتهم بتقلبات مزاجية ونوبات غضب وتغيرات سلوكية حادة ناهيك عن تسببها في الإصابات بسرطانات مختلفة على المدى البعيد وعلى مستوى القولون والكبد والمعدة وتأثيرات على القلب.

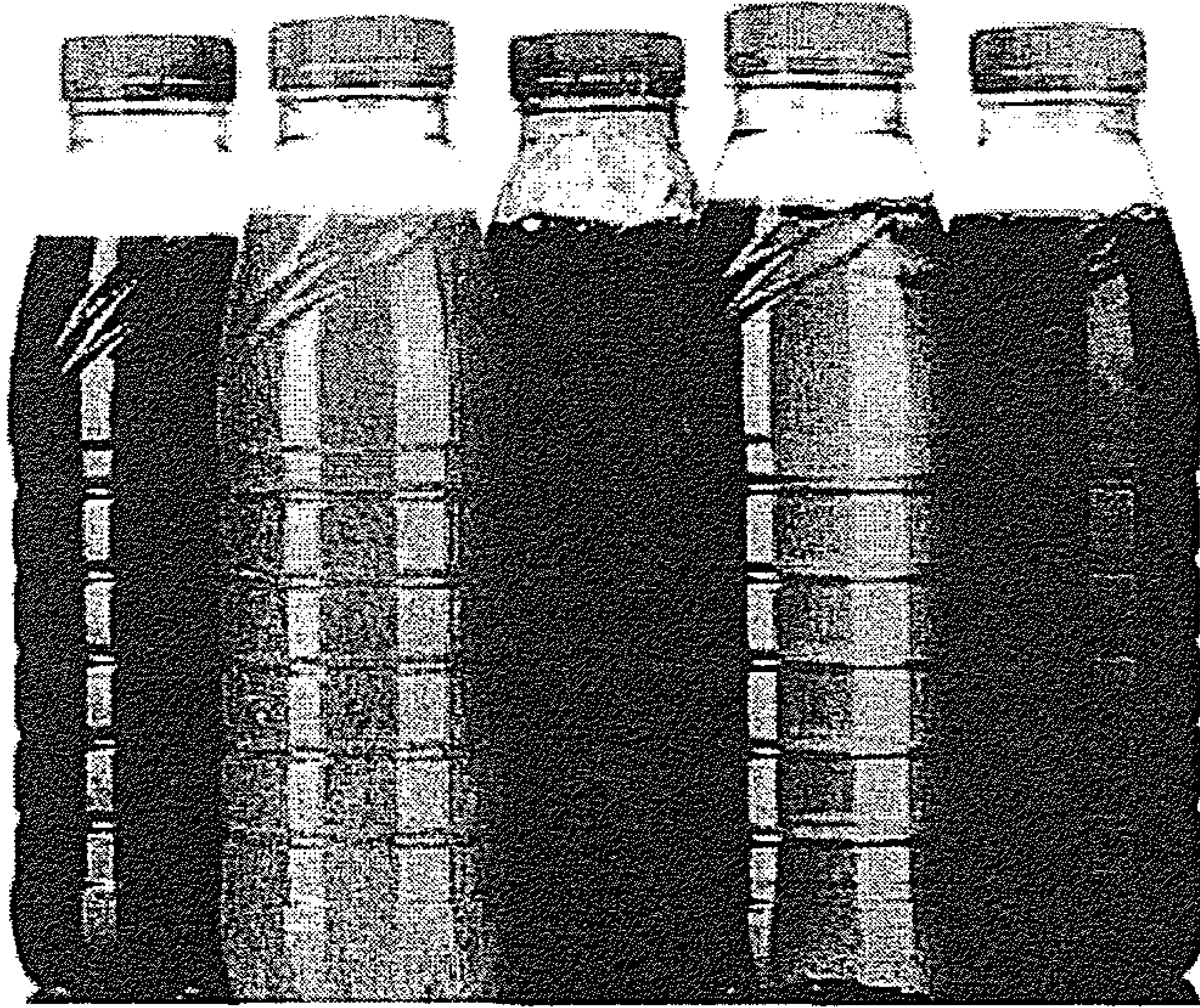
منتجات اللحوم: ينتشر استعمال مواد نشوية مالئة وبعض النواتج الثانوية لذبائح اللحوم كالأمعاء والكرش بعد طحنها وسحقها في تحضير بعض منتجات اللحوم مثل المارتدلا واللانشون والنقانق والهمبرجر ويضاف إليها التوابل وغيرها لتغطية عيوب قد تظهر في مذاقها ونكهتها وتحسين لونها ومظهرها كما شاع استعمال اللحم الصناعي المحضر رئيساً من بروتينات بذور فول الصويا كالهمبرجر والنقانق دون ذكر بعض مصانع الأغذية على لصقات عبواتها ذلك كما تعمد بعض مصانع اللحوم المحفوظة إلى إضافة مركبات حامض النيكوتينك وهو أحد أفراد مجموعة فيتامين B المركب أو نيكوتينات الصوديوم إلى اللحوم للمحافظة على لونها الأحمر



المرغوب من المستهلكين ويؤدي تناول كميات كبيرة من هذا المركب إلى ظهور أعراض مرضية في الإنسان تشمل تورد الوجه وحكة في الوجه والرقبة وغثيان وتعرق وتشنج في البطن، سجق الدجاج غير المعلب وهو عبارة عن منتج مجهز من لحم الدجاج المبرد او المجمد الخالي من العظم والمفروم مع ملح وتوابل مع ملونات غذائية تم حشوها في اغلفة طبيعية او اصطناعية كما يجب ان يكون السجق خالياً من الملونات الصنعية استخدام المادة الملونة والمعروفة علمياً باسم Red 2G E 128 التي تعطي السجق اللون الأحمر لا تعتبر آمنة لصحة الاستهلاك الانساني.

المشروبات الملونة: تحتوي العصائر الجاهزة على كميات عالية من السكر وعلى مواد ملونة حافظة تسبب نشاطاً زائداً وحساسيات وأمراضا أخرى خطرة فالشراب فهو مكون من ملونات ومركبات كيميائية خالية من أي مادة غذائية وهو يأتي عادة على شكل مسحوق وهذا النوع هو الأخطر على الأطلاق على الصحة اما النكتار والعصير فهما يحتويان على معدلات قليلة من العصير المركز إضافة الى الماء والسكر والملونات والمواد المضافة وقلما نجد في الأسواق عصيراً مكونا بكامله من عصير طبيعي وللأسف أن كل أنواع العصائر الجاهزة غنية بالملونات والمواد المضافة هذا عدا المركبات الكيميائية ولكل واحد من هذه المواد المضافة والملونات والمركبات مخاطره، فالملونات هي مواد طبيعية مثل بيتا كاروتين أو صناعية تضاف الى المشروبات للتعويض عن فقدان اللون بسبب التعرض للضوء والهواء ودرجات الحرارة العالية والرطوبة وظروف التخزين كما تستعمل لتعزيز الألوان التي تحدث بشكل طبيعي أو لتصحيح اختلافات طبيعية في اللون ونجد في صناعة المشروبات الغازية ملون كراميل كبريتات الامونيا الذي يستخدم في الكثير من الاطعمة التي نحضرها في المنزل، اذ إن كميات ضئيلة منه تتكون خلال عملية الطهي ونحصل على هذا الملون

من خلال تسخين نوع من السكريات على حرارة مدروسة ويضاف إليها كبريتات الامونيا الأمونيا للحصول على 4 درجات من ألوان الكراميل التي تستخدم في المشروبات الكحولية والبسكويت والمشروبات الغازية والكثير من المنتجات الأخرى وقد صرح للجنة الغذاء والدواء أن ملون الكراميل قد تسبب بأمراض سرطانية حيث بدأت شركات المشروبات الغازية بتغيير طريقة تصنيع ملون الكراميل على رغم اقتناعها بأن كراميل كبريتات الامونيا لا يتسبب بأي أمراض سرطانية وذلك لتفادي قلق المستهلك وقد بدأت عملية التغيير اذاً إن موضوع الملونات هو تماماً مثل موضوع السكر الصناعي وغيرها من المواد الصناعية التي ينصح دائما بتفاديها على رغم أن الدراسات لم تستطع أن تثبت ما إذا كانت تتسبب بأمراض سرطانية عند الانسان وكثيرا من الدول قد منعت استخدام المشروبات لخطورتها على الأطفال بوجه التحديد واحتمالية اصابتهم بالسرطان وأمراض أخرى جراء تناولهم للأصباغ الحمراء لأن بعض المواد الملونة تستخرج من مواد مركبة من المستخرجات النفطية فهي تضفي ألوانا للعصائر لإضافة جاذبية لتلك المشروبات الذي ها تأثير على صحة



الانسان والأطفال على وجه التحديد حيث تتركز خطورتها بشكل جلي على الأطفال وتأثيرها على مستويات الذكاء لديهم او قد يكون ها تأثير مباشر أو غير مباشر على صحة الأنسان كما أن هناك مواد تنتج من الضغوط العصبية والنفسية مثل الجذور الحرة كل هذه المواد تتجمع في الجسم وخاصة في الأعضاء الحيوية مثل الكبد والدم

والشرايين ومن أهم هذه الملونات المؤثرة على الصحة ومنها المركب المصنع من النفطAllura red AC E129 والذي يعطي اللون الأحمر الداكن في بعض المشروبات الحمراء التي يقبل عليها الناس فهذا اللون يعطي المشروب المظهر الجذاب وها تاثيراً على تركيز الأطفال وكذلك التأثير على زيادة نشاطتهم في المنزل والمدرسة وهذه المركبات تأثيراً على المستوى التعليمي لدى الأطفا وأنه يصعب في الوقت الراهن التأكد من وجود هذه المواد في هذه المشروبات كون تلك المضافات لا تكتب على العبوة في خانة مكونات المنتج سواء كتابة كاملة أو من خلال الرمز في مثل المشروبات كالموجودة في مشروب التوت الأحمر المصنع والذي يستهلك بكميات كبيرة وأن هناك تأثيرا مباشرا هذه الملونات على الأطفال من حيث زيادة النشاط وقلة التركيز وبعض أنواع الحساسية مما يتوجب ايقاف استخدامات المشروبات والحلويات التي تحتوي على تلك المواد فإنه قد تم منع استخدامه في كل من الدانمارك، بليجكا، فرنسا وسويسرا.

المشروبات الغازية: هي مشروبات صناعية تضاف إليها مواد ملونة وغازات ونكهات تعطيها الطعم المميز الذي يختلف من نوع لآخر حسب النكهة المضافة، القيمة الغذائية ليست لها قيمة غذائية فهي لا تحتوي على فيتامينات أو معادن وتحتوي على كميات كبيرة من السكريات تفوق بكثير الاحتياجات اليومية للفرد من السكريات مما يحفز البنكرياس على إفراز كمية أكبر من هرمون الأنسولين الذي يعمل على استخدام هذه السكريات حتى يستفيد منها الجسم وحتى تظل نسبة السكر في المعدل الطبيعي بالدم فان المشروبات الغازية تحمل مخاطر أكبر مما كان البعض يتصور إذ انها إلى جانب مساهمتها في زيادة السمنة والسكري فإن بعض مكوناتها وتحديداً المواد الملونة قد تزيد من خطر الإصابة بالسرطان لانه من الممكن اعتبار ملونات الكراميل التي تستخدم في أنواع شهيرة من المشروبات الغازية من المواد المسرطنة وإن ملونات الكراميل تنتج عبر طبخ مزيج من سكر الذرة والأمونيا تحت ضغط شديد وفي ظل حرارة مرتفعة وهذه العملية تنتج مثيل اميدازول 2 ومثيل اميدازول 4 الذي يمكن أن تسبب سرطان الكبد والرئة وان مثيل اميدازول 4 هي من المواد التي يجب أن لا يستهلك المرء منها أكثر من 16 ميكروغرام يومياً وإلا فإن فرص إصابته بالسرطان قد تتزايد في حين ان كل عبوة من عبوات المياه الغازية العادية تحتوي على 130 ميكروغرام من هذه المادة ويستعمل في صناعة العديد من أنواع المياه الغازية

مواد ملونة صناعية المصدر يحضر بعضها من قطران الفحم الحجري وتسمح بها القوانين الغذائية مثل لون أصفر الغروبSunset yellow ولونه أصفر وكارموزين ورمزه E121 ولونه أحمر وكذلك المركب E122 ولونه أحمر ومركب ترترازين Tartrazine ولونه برتقالي.

صودا برتقال: أن مشروب صودا البرتقال يتماشى والمعايير المعمول بها في إنتاج المشروبات الغازية لاحتوائه على الملونات الغذائية المعمول بها والمسموح بها كما أن هذه الملونات يتم اقتناؤها من طرف كبريات المجمعات العالمية ويتم مراقبتها بمجرد وصولها إلى الموانئ الجزائرية من طرف مصالح النوعية لمديرية المنافسة وقمع الغش.

عصير فواكه مع الحليب: انتشر في الأسواق بيع أكثر من نوع من منتجات عصير الفواكه الطبيعية كالبرتقال، الأناناس، الفراولة، الموز، المانكو والرمان المخلوط بالحليب وكثرت الدعايات التجارية حول مذاقه وفوائده الغذائية ويدعي مصنعوه احتوائه على عصير فواكه طبيعية من العصير المركز كالبرتقال والأناناس أو برتقال ومانكو بنسبة 30% وحليب خال من الدسم بنسبة 20% وماء وسكر وحمض الستريك ومثبت للقوام\بكتين وملون\بيتا كاروتينE160 وفيتامين E ونكهات وحفظ بالبسترة وليس باستعمال مركبات حافظة وتتنوع وسائل غش هذه السلع الغذائية مثل إنقاص نسب عصير الفواكه الطبيعي إن استعمل فعلاً في صناعتها فيفيد وجود البكتين فيه كمركب يحسن قوام المنتج ويجعله ثقيلاً يرغبه المستهلكون وتستعمل مواد نكهة في صناعته وحمض الستريك وهي التي تزيد الشكوك أن تكون مكونات عصير الفواكه طبيعية 100% كما تزعم الشركة التي تنتجه كما شاع قبل ذلك بيع عبوات من الحليب السائل أو لبن الزبادي المضاف إليها مادة ملونة ومركب نكهة صناعيين يناسبان نوع الفواكه المختارة مثل حليب بالفراولة وحليب بالموز أو لبن الزبادي بالفراولة ويقبل عليها بشكل خاص الأطفال ويستثنى من ذلك حليب بالشيكولاته الذي يضاف فيه مسحوق الكاكاو الطبيعي إلى الحليب السائل سواء الطازج أو المحضر من مسحوق الحليب وتعمد بعض شركات إنتاج اللبن الزبادي إلى فصل جزء كبير من دهن اللبن قبل تحضيره لبيعه على شكل قشدة أو زبد مرتفعين

الثمن وإضافة عوضاً عنه مركب مثبت مثل البكتين أو الجيلاتين إلى الحليب المعدل مكوناته لتحسين قوام اللبن الروب المحضر منه فيبدو ثخيناً يقبله ذوق المستهلكين وتشترط القوانين الغذائية ذكر استعمالها على عبوات هذا النوع من السلع الغذائية بقولها أنه تم فصل جزء من مكوناته واستبدالها بأخرى ليصبح المستهلك على علم بذلك.

مشروب الكركدية: يطلق البعض على الكركدية البارد عناب ويتلون الكركدية باللون الاحمر بسبب وجود مركبات بيتاسانينية وتعتبر الكركدية من المشروبات المرطبة على المائدة خاصة مع ارتفاع درجة حرارة الجو والاقبال الشديد على المشروبات الباردة ومن الشائع والمعلوم لدي الكثير من الناس استخدامه لعلاج ارتفاع ضغط الدم وذلك لانه يقلل من لزوجة الدم، ملين خفيف حيث يستطيع استحثاث حركة الامعاء، مدر للبول حيث يرفع معدل التبول مما يساعد على علاج بعض حالات التسمم أو حالات احتباس البول، وثبتت فاعليته ضد الكحة وعلاج نزلات البرد لاحتوائه على كميات كبيرة من فيتامينC وانه يقوي عضلة القلب ويقتل الميكروبات مما يجعله مفيدا في حالات الحميات والعدوي بالميكروبات ويعتبر شراب الكركدية حامضي بطبيعته مما يجعلة مرطب ومنشط للهضم وتستخدم اوراق الكركدية\الكؤوس الحمراء للنبات كاضافات لتلوين الطعام كبعض المشروبات او المربي بدلا من الملونات الصناعية التي اثبتت ضررها البالغ على صحة الانسان ويمكن خلطه مع الحناء لتثبيت لون الشعر كما بدأت بعض الشركات في استخدامه لتلوين الادوية ومستحضرات التجميل والصابون ولعمل مشروب الكركدية:

كمشروب ساخن: بإضافة فنجان من الماء الساخن إلى مقدار ملعقة صغيرة من النبات ثم يصفي ويحلى بالسكر أو العسل ثم يشرب دافئا بمعدل 1 – 2 فنجان في اليوم.

كمشروب بارد: لا يتم تحضير مشروب الكركديه بإضافة الماء الساخن في حالة الرغبة في علاج ارتفاع ضغط الدم بل يتم نقع الكركديه على البارد في الماء وبشكل عام لا يفضل تناول الكركديه لأصحاب الضغط المنخفض كما لاينصح بتخزين الكركديه

المحضر أكثر من 24 ساعة حتى لا يحدث ترسيب لأملاح الأوكزالات مما يضر بالكلى وفي النهاية لا ينصح بتناول الكركدية لاصحاب ضغط الدم المنخفض.



الشرابت: تستعمل الفواكه والجوزيات وغير من الطعوم في صناعة الشرابت منخفضة السكر 25% وانخفاض المواد الصلبة 32% ويمكن استعمال منتجات ألبان مختلفة لصناعة الشرابت (جدول –3).

جدول (3) صبغة الشرابت

المكونات	كغم	المكونات	كغم
سكر القصب	7,2	مطعمات	0,75
سكر الذرة	4,5	حامض الستريك	4,51
حليب كامل	14,4	واللون	9
مثبت	0,18	الماء	

في الشرابت يجب أن لا يقل دهن الحليب عن 1% ولا يزيد عن 2% من المواد الصلبة الكلية للحليب وان المواد الصلبة المشتقة من الحليب لا تقل عن 2% ولا تزيد عن 5% من وزن الشربت كمية الفواكه أو عصيرها لا تقل عن 2% من الشربت الحامضي و6% في شربت الشليك و10% في الفواكه الأخرى، وفي معظم التشريعات يكون شربت الفواكه 0,35% حامض ولا يقل عن 0,6 كغم لكل لتر.

الفيمتو: شراب سكري مركز تنقسم مكوناته إلى طبيعية مكونة من سكر وماء وعصير الكرز والتوت إضافة الى عصير فواكه طبيعي وخلاصة الكولا والأخرى غير طبيعية تضم مضافات غذائية هي لون الكراميل، حامض الليمون ولون يعرف بلون

ألورا الأحمر الذي يعرف كذلك بأسماء عدة ويشار إليه E129 فأن لون الكراميل وحامض الليمون مركبات آمنة تماما وليس لها آثار جانبية في صحة المستهلك، لافتة إلى أن لون الألورا المادة الأساسية التي أشارت إليها الشائعة هي صبغة نتروجينية مصنعة حمراء اللون وقدم بديلاً عن الصبغة الحمراء المعروفة بالأمارنث وهي صبغة ممنوعة حالياً في معظم دول العالم في حين أن صبغة الألورا معتمدة كصبغة أو لون غذائي فأن لون الألورا يزيد من أعراض الحساسية لدى من لا يتحملون مركب السالسيلات الموجود في الأسبرين وأنه قد يصيب البعض بالحساسية إضافة إلى دوره في زيادة مستوى النشاط لدى الأطفال إذا اجتمع مع البنزوات في منتج واحد تسبب سرطاناً لدى الإنسان، الحدود الاستهلاكية اليومي تقدر 7 ملغم\1 كغم من وزن الجسم وأن اللون يضاف بكميات مدروسة تقل بكثير عن الجرعة اليومية المسموح بها وضرورة التوازن في تناول الغذاء بشكل عام وعدم الإفراط أو التركيز على تناول منتج معين مع ضرورة التنويع في مصدر ونوعية المنتجات لأن كثيراً من المواد المفيدة والسليمة قد تضر بالصحة إذا أكثر من تناولها.

الحلويات: يستخدم منتجوا المواد الغذائية وبالخصوص حلويات الاطفال الالوان الصناعية للتعويض عن فقدان اللون الطبيعي بسبب التعرض للضوء أو الهواء، درجات الحرارة، الرطوبة وظروف التخزين إخفاء أو تمويه ذات النوعية الرديئة المنخفضة القيمة الغذائية لتجعل الطعام أكثر جاذبية والتي تؤثر سلبا على الاطفال ويعد تناول الحلوى الملونة بمثابة أمر روتيني يومي لدى معظم أطفال هذا العصر حيث يقبلون على تناول تلك الأطعمة بشراهة ملحوظة وفي المقابل يرفضون تناول المأكولات الطبيعية مثل الخضراوات والفواكه الطازجة وللأسف يستسلم معظم الآباء والأمهات لرغبات الأطفال دون التفكير في مدى تأثر صحتهم سلباً أو إيجاباً بمثل هذه السلوكيات الخاطئة في محاولة لإرضائهم بشتى الطرق الا انها تزيد حركتهم بشكل ملحوظ بمجرد تناولهم الحلوى ذات الألوان الصناعية وأبدى كثير من الآباء والأمهات تضررهم من فرط الحركة لدى أطفالهم وكذلك عدم قدرتهم على التركيز لمدة طويلة خلال ساعات الاستذكار ، فرط النشاط السلوكي وتدني مستوى التركيز الذهني إضافة إلى كثرة نوبات الغضب وهو ما يعرف باضطراب تدني التركيز وفرط النشاط، لذلك ينصح بالحد من تناول الأطفال المأكولات التي تحتوي على الألوان الصناعية غير الصحية كبعض أنواع

الحلوى والمشروبات الغازية وكذلك عصائر الفواكه غير الطبيعية والاستعاضة عن تلك المأكولات بالخضراوات والفواكه الطازجة وكذلك الحلوى المعدة في المنزل أو تلك التي لا تحتوي على مواد صناعية ضارة وتأثيراتها الصحية على الإنسان والبيئة إن الحلويات الملونة الجلاتينة لها لزوجه عاليه تؤدي إلى التصاق السكريات بالأسنان مشيرةً إلى أنه كلما زادت اللزوجة زاد احتمال حدوث التسوس وأن الحلويات تحتوي على كميات كبيرة من السكر وخصوصاً الحلويات الجلاتينة حيث أنها تحفز البكتريا الموجودة في الفم على إنتاج الحامض الذي بدوره يقوم بنخر أسطح الأسنان إبتداءاً من طبقة الميناء إلى أن يصل للعصب وأن تقرحات اللثة عند العديد من الأطفال وتسوس أسنان وتآكل آلمينا يكون أحيانا يسبب تناول الحلوى الملونة بالألوان الصناعية لما تسببه من إضرار اللثة، وأن تناول الحلويات يزيد في النشاط الحركي المفرط عند الأطفال موضحاً أنه يقلل من قدرات الطفل الذهنية ويحد من الانتباه والتركيز ويلاحظون على الأطفال بأنه تزداد حركتهم بشكل ملحوظ بمجرد تناولهم الحلوى والمشروبات ذات الألوان الاصطناعية وينصح بالحد من تناول الأطفال للمأكولات التي تحتوي على الألوان الصناعية الغير الصحية كبعض أنواع الحلويات والمشروبات الغازية وعصائر الفواكه الغير طبيعيه واستبدالها بالخضراوات والفواكه الطازجة وكذلك الحلوى المعده في المنزل أو تلك التي لا تحتوي على مواد صناعية ضارة، فالكثير من الناس لايدرك مخاطر حلويات الأطفال المصنعة كالشيكولاته والنعناع والبسكويت ورقائق البطاطا وغيرها من الأغذية والمشروبات والعصائر المصنعة التي يقبل عليها الأطفال بشغف يضر بصحتهم العامة فان كثيراً من العادات الغذائية الحديثة للأطفال يؤدي إلى نتائج سلبية خطيرة على صحتهم تمتد معهم طوال الحياة وهذه العادات الغذائية الضارة التي تعتمد على المواد الصناعية التي تدخل المواد الكيمائية في تركيبتها تتسبب في إصابتهم بأمراض السمنة والخمول والكسل وزيادة الدهون والأمراض العضوية والنفسية والإعاقة الجسدية والذهنية.

صناعة الجبن: يضاف اللون سواء الأناتو أو بيتا كاروتين على الحليب في صناعة الجبن للحصول على لون ثابت للجبن على مدار السنة نظراً لأن لون الحليب المائل للاصفرار يختلف باختلاف فصل السنة ونوع العليقة وكذلك محتواه من الدهن، يضاف اللون عادة قبل إضافة المنفحة مباشراً في أنواع الجبن التي يتم فيها تسوية

الحليب بإضافة البادئ وتتوقف كمية الملون المضاف إلى الحليب على لون الحليب المستخدم في الصناعة وكذلك درجة اللون المرغوبة في الجبن الناتج وأحيانا قد لا يضاف لون على الإطلاق إلي الحليب في الصناعة مثل الجبن الطري وبعض الأنواع من الجبن النصف جافة، وتختلف كمية الملون المضاف إلى الحليب من 250 مل في حالة الجبن داكنة اللون-100مل في حالة الجبن متوسط اللون لكل طن من الحليب وفي حالة استخدام الحليب الجاموسي في صناعة الجبن يفضل إضافة 25 مل ملون لكل طن حتى يكون الجبن الناتج مقارب لمثيله الناتج من الحليب البقرى في اللون وعموما فإن معظم صانعي الجبن يفضل إضافة ملون الأناتو بالمعدل التالي لكل 450 لتر حليب أقل من 35 مل في حالة الجبن ذات اللون الفاتح، 2,5 -55 مل في حالة الجبن متوسط اللون ومن 3- 230 مل في حالة الجبن داكنة اللون وعادة يضاف الملون إلى حليب الجبن مع البادئ أو قبل إضافة المنفحة بحوالي 15دقيقة، وقد أشار البعض إلى أن الملون يجب إضافته إلى الحليب قبل إضافة البادئ وقبل إضافة كلوريد الكالسيوم حتى لا تترسب المادة الملونة للملون ويعطي للجبن لون غير متجانس وقد يحدث هذا العيب عند إضافة كميات كبيرة من كلوريد الكالسيوم إلى الحليب كما هو الحال في صناعة الجبن من حليب غير مبستر وعادة يخفف الملون بنسبة 5:1 بالماء لضمان توزيعه توزيعا متجانسا خلال كمية الحليب في حوض الصناعة وبالتالي تجانس لون الحليب والجبن الناتج ويجب استخدام هذه الملونات بحذر وغالبا يستبعد إضافة ملونات إلي حليب الجبن تضاف المادة الملونة للجبن وهي الاناتو الذائبة بالكيزين إلى الحليب وكميته المادة الملونة من 30- 200 مل أو أكثر لحليب الجاموس لكل 1000 كغم حليب حيث يخفف مع 20 مرة من حجمها بالماء ثم تحريكها لضمان توزيع منتظم وسريع ولون الجبن غالبا ما يكون محلول قلوي من الاناتو ويجب عدم خلط المنفحة واللون معا قبل أضافتها إلى الحليب وكمية المادة الملونة يعتمد على اللون المرغوب في الجبن، ففي حالة الرغبة لانتاج لون خفيف تضاف 12 ملغم لون\455 كغم حليب بينما اللون العميق يحتاج 72 ملغم\455 كغم حليب، بعد ذلك يحرك الحليب لتوزيع اللون بشكل متجانس، حيث ترتبط بروتينات الحليب مع ملح الصبغة وعند استبدال دهن الحليب بدهن زبد مؤكسد، فأن الجبن المصنوع منه يقصر لون صبغة الاناتو، لذا يعمل مركب السلفاهيدريل كعامل مساعد في التغيرات في لون الجبن ويتغير لون صبغة الاناتو تحت

تأثير الضوء أو بوجود النحاس، لذا يجب أن تخزن في أواني زجاجية بدلا من العبوات المعدنية.

اليوغارت: ان اضافة اللون الى اليوغارت المطعم أو يوغارت الفاكهة لجعل المنتوج اكثر جذابية وقد تكون عوامل فعالة من اصل طبيعي او صناعي او مماثلة للطبيعي او متكرمل وهي تستعمل كمواد اضافة ويكون مسموح استعمالها في بعض الدول ولا تستعمل في دول اخرى (جدول-14) ومنها tartrazine, sunset yellow , orange yellow ,cochineal , carminic acid ,carmoisine , azorubine ,ponceau 4R , cochineal red A , erythrosine BS , Indigo carmine , Indigotine , Green S , acid brillant green BS , Lissamine green ,caramel colours 3 , black PN brillant black BN, chocolate brown FB, red 2 G, للمواد الملونة، المطعمة والمحلية أهمية متساوية في اليوغارت ويطعم اليوغارت مع كميات كبيرة من العصائر او الفواكه والذي لا تحتاج الى مواد ملونة.

جدول (14) المواد الملونة الطبيعية المسموح استعمالها

اسم اللون	ملغم \ كغم	اسم اللون	ملغم \ كغم
Indigotine	6	Carminic acid	20
Brilliant blck PN	12	Erythrosine	27
Sunset yellow FCF	12	Red 2G	30
Tartrazine	18	Ponceau	48
Cochineal	20	Caramel	150
	20	Brilliant blue FCF	200

ومن المواد الملونة المسموح استعمالها في الصناعات الغذائية هي β-apo-8-carotenal الاكثر استعمالا ومن المواد الملونة الأكثر ذوبانا في الماء هو بيتا – كاروتين.

الزبد: يضاف اللون للزبد للمحافظة على انتظامية اللون الأصفر في الزبد للحصول على لون ثابت وموحد على طول سنة الإنتاج بغض النظر عن مصدر القشطة سواء كان مصدرها حليب الأبقار أو حليب الجاموس ويضاف اللون المسموح له صحيا

حسب تعليمات الجهة المصنعة لها وحسب اللون المطلوب وكمية اللون المضاف تتراوح ما بين صفر – 250 مل أو اكثر لكل 100 كغم من الدهن الذي تعتمد على نوع ومصدر القشطة، فصل السنة ورغبة المستهلك، والمادة الملونة للزبد يجب أن تكون غير سامة، خالية من الطعوم الغريبة، ذائبة في الدهن، لا تؤثر على صحة المستهلك ولا تسبب تغيرات كيمياوية في الزبد.

الأيس كريم: تناول الأيس كريم مجهول المصدر الذي يباع بالشوارع بأسعار رخيصة لعدم مراعاة الشروط الصحية في تصنيعه حيث يتم عمله بالمنازل أو مصانع غير مصرح لها يسبب أضراراً بالغة على صحة الأطفال منها الإسهال الذي يؤدي إلى جفاف الأطفال لتكاثر بكتريا السلمونيلا وإنه يحتوي على الأكياس الأميبية التي تسبب الدوزنتريا ويستخدم في تصنيع أيس كريم مجهول المصدر مكسبات للطعم وألوان لجذب الأطفال غير مطابقة للمواصفات فأن بعض المواد الملونة الصناعية قد تؤدى إلى إحداث سرطان أو أورام على المدى الطويل حيث أنها عبارة عن مركبات كيميائية تخليقية عندما تتكسر بجسم الإنسان تنتج أصول حرة تسبب سرطانات كما أن بعض المواد الملونة الصناعية قد تسبب حساسية لدى الأطفال ويسبب ظهور البثور والطفح الجلدي ويحذر من إضافة الألوان الصناعية سواء تلك التي يتناولها الصغار أو الكبار خاصة اللون البني الناتج من اضافة الشيكولاتة الى الايس كريم مبينة أن الألوان الصناعية تؤدي إلى تليف الكبد وارتفاع أنزيماته وإلى مضاعفات في عملية التمثيل الغذائي واصابة الأنف والأذن والحنجرة وتسبب التهابات الحلق، قد يحتوي على ملون التلوين FD & C No.5 الأصفر المعروف أيضا باسم التارتازين الذي يكون أكثر عرضة للتسبب ردود فعل وسلوك مفرط في الأطفال.

الحبوب السكرية: قد تحتوي على كمية كبيرة من الملونات الغذائية التي قد تؤثر على سلوك الاطفال بشكل مفرط وتشمل هذه الحبوب منتجات بطعم الفواكه.

الفصل الثالث

أنواع الملونات

أنواع الملونات

هناك نوعان رئيسيان من الملونات الغذائية هما الطبيعية والاصطناعية.

أولاً: المواد الملونه الطبيعية: تصنيف طبقا إلى:

1. **حسب تركيبها الكيماوي:** ويمكن تقسيم أو تصنيف المواد الملونة الطبيعية حسب تركيبها الكيماوي الى الأقسام التالية:

- **مشتقات ايزوبرينويدات:** وتشمل الكاروتينويدات مثل الكاروتينات الذي تكون ذات لون اصفر- احمر وتتضمن ألفا- كاروتين، بيتا-كاروتين ، كاما- كاروتين، سكما- كاروتين واللايكوبين، الزانثوفيلات وتكون صفراء اللون وتتضمن الليوتين والزيازانثين ثم الاريدويداتIridoids.
- **مشتقات رباعي بايرول:** وتشمل الكلوروفيلات تكون خضراء، البورفيرينات، صبغات الهيم كالهيموكلوبينات تكون حمراء والمايوكلوبينات تكون حمراء، البيلينات والخطية كالفايتوكروم phytochrome تكون زرقاء – خضراء، صفراء – حمراء.
- **مشتقات البنزوبيران:** تتضمن 1- الفلافونويدات flavonoids وتكون زرقاء – حمراء، صفراء- بيضاء، بيضاء قشطية، صفراء مثل الانثوسيانانات anthocyanins، الفلافونولات flavonols، الفلافونات flavones، انثوكلورات anthochlors و2- التانينات tannins تكون سمراء – حمراء
- **مركبات نتروجين- حلقية غير متجانسة:** تتضمن البيورينات مثل الكوانين quinine وتكون صفراء، ذهبية وفضية، بتيرينات pterins وتكون بيضاء- صفراء، الفلافينات flavins وتتضمن الرايبوفلافينات وتكون صفراء، الفينازينات phenazines وتكون صفراء – شاحبة، الفينوزازينات phenoxazines تكون صفراء- حمراء، البيتالاينات betalains تكون صفراء- حمراء، يوميلانينات eumelanins تكون سوداء- سمراء وفايوميلانينات phaomelanins تكون سمراء.

- الكوينونـات **quinines**: تتضـمن 1- البنزوكوينونـات benzoquinone توجـد بتركيـز عـالي وذات لـون وردي متفـاوت مثـل البلاسـتوكوينونات plastoquinones، - النافثوكوينونـات naphthoquinones ذات لـون احمـر – ازرق – اخضـر مثـل فيتـامين K، 3- الانثراكوينونـات anthraquinone ذات لـون احمـر – شـاحب مثـل حـامض الكارمينيـك carminic acid
- الميلانينات **Melanins**: تتضمن 1- الوميلانينات allomelanins تكون صفراء – سمراء، 2- ايوميلانينات eumelanins تكون سوداء – سمراء، 3- فيوميلاينات phaeomelanins تكون سمراء.
- البروتينات المعدنية **metalloproteins**: تتضمن 1- بروتين – نحاس يكون ازرق – اخضر، 2- ادينوكروم adenochrome يكون شاحب – احمر.
- **الأخرى**: وتشمل ايزوالورازين، بيتالين، فينالون، انثراكوينون.

2. **حسب طريقة تطبيقها**: يمكن تقسيمها طبقا الى تطبيقها في الصناعات الغذائية أو الدوائية أو الغذائية – الدوائية.
3. **حسب أصل المادة الملونة**: تكون معظم الأصبغة المستخدمة لتلوين الأغذية طبيعية أو مماثلة للطبيعية أو مصطنعة ويعد التاتازين مثالاً للملون الصناعي في حين يعد الكاروتين أو الجزرين ملوناً طبيعياً.

أ. **طبيعية**: المواد الملونة الطبيعية العضوية هي الذي تكون مخلقة ومجتمعة أو مفروزة من الخلايا الحية أي منتجة من اجزاء نباتيه أو حيوانية صالحة للأكل وتحضر بطرق معترف بها وقد قل إستعمال هذه الالوان في سنوات أو قديما ولكن تم الرجوع الى استعمالها مرة أخرى بعد اكتشاف اضرار المواد الملونة الصناعية في الغذاء وتوجد هذه المواد في صورة سائلة أو صورة معلق أو مساحيق.

ب. **متماثلة طبيعية**: المواد الملونة المتماثلة للطبيعية هي تلك الملونات المنتجة بواسطة التخليق الكيماوي بحيث تكون مطابقة ومتماثلة كميائيا للمنتج الطبيعي مثل بيتا كاروتين الموجودة في الطبيعة.

ج. **اصطناعية:** الملونة الاصطناعية هي تلك الصبغات الذي تخلق كيماويا ولا تحدث في الطبيعة.

4. **حسب التصديق:** وهناك نوعين من المواد الملونة هي:

أ. **المواد الملونة المصدقة:** يحصل عليها من الخضراوات، الحيوانات أو المعادن أو تكون اشكال صناعية ومركبات تحدث طبيعياً وهناك 8 الوان صناعية مصادق عليها للاستعمال الغذائي و 21 لون مماثل طبيعي يكون مصادق عليها.

ب. **المواد الملونة غير المصدقة:** مجموعة من الصبغات الصناعية والصبغات النباتية الذي تستخدم كمضافات غذائية وهي مركبات ملونه غير معروفة تباع باسماء تجارية أو شائعة وهي ذات لون ورقم مثل Red dye No.2 المعروف amaranth وهي صبغة ذائبة في الدهن ويمكن نزعها من قائمة الصبغات واللون ذاب بالماء فقط يبقى عند المصادقة على القائمة.

5. **حسب المنشأ:** تعد الملونات الطبيعية حسب منشئها أصبغة ملونة مستحصل عليها من مادة أولية حيوانية أو نباتية على نحو رئيس مع أن هناك مواد ملونة من نمط معدني أو نباتي أو فطري أو من صنع الانسان.

أ. **ذات أصل حيواني:** تضم هذه المجموعة القرمزية الذي تعد أجود الملونات الطبيعية فمنذ قديم الزمان كانت بعض فصائل المملكة الحيوانية مصدراً للمواد الملونة مثل صبغة الأرجوان الصوري وكانت رمزاً للنبل والرفعة وتحضر بالأكسدة الهوائية للإفرازات غير الملونة لغدد حلزون من القواقع ثم أمكن إنتاجها صناعيا ويتوفر في الأسواق أصباغ لها نفس اللون أرخص ثمنا منها وكانت تستخلص قديماً بماء ساخن وتعرف الخلاصة الملونة في الأسواق باسم أحمر قرمزية الصبار ويأتي أحمر قرمزية الصبار من مستخلص يحصل عليه بطبخ الحشرات الأنثى من أفراد فوق فصيلة القرمزيات وفوق فصيلة الأرقيات التي هي فوق فصيلة من الحشرات صدريات الخرطوم عائدة إلى متماثلات الأجنحة وهو محلول قليلاً في ماء بارد وصبغه الرئيسي هو حامض القرمزيك فإذا ما عومل مستخلص القرمز مع ملح الألمنيوم ينتج أحمر القرمز الذي هو مكلبج لحامض

الكارمينيك وبالتحكم بنسبة حامض الكارمينيك يمكن الحصول على درجات لون صبغية تعرف بالفريز أو الفراولة ويستخدم هذا الملون في صناعة الحلويات ولتلوين الأشربة والحلوى والمربيات وكذلك في المعلبات الغذائية النباتية، الايس كريم ومنتجات الالبان مثل اللبن والجبن الطازج وفي منتجات اللحوم وفي الأشربة وتستخدم نسبة مهمة منه في صناعة مستحضرات التجميل ولا تعرف له تأثيرات ضارة بالصحة أما Monascos فهو ملون طبيعي من أصل حيواني\أصناف ميكروبيولوجية ولا يظهر في اللائحة الإيجابية للملونات المسموح بها في الاتحاد الأوربي ولا في الولايات المتحدة وقد استخدم مع ذلك في الشرق منذ مئات السنين استخداماً دوائياً أو من أجل تلوين النبيذ، وينمو Monascos على الرز منتجاً كتلة حمراء يمكن أن تدمج في الأغذية كما هي أو على شكل مسحوق مجفف فتبدي درجات ألوان من الأصفر إلى الأحمر.

ب. ذات منشأ نباتي: تحتوي الكثير من النباتات على أصباغ ذائبة في الماء مثل الكلوروفيل لونه أخضر، والأناتو لونها أصفر برتقالي تستخرج من بذور الاناتو وتستعمل في تلوين الزبد والأجبان وصبغات كاروتينية لونها أصفر بأنواعها الفا وبيتا وكاما - كاروتين وهي تستخرج من الجزر الأصفر وتستعمل في تلوين الزبد الصناعي كالمارجرين وتتشكل هذه المجموعة من سلسلة من المركبات منها الأنتوسيانين التي هي من الصبغات النباتية الكلايكوسيدية المسؤولة عن أغلب التلون القرمزي والأرجواني والبنفسجي الزاهي والأزرق في النباتات العليا، الكراميل، أشباه الكاروتين، ضروب الكلوروفيل، الليوتين والكربون النباتي وينتمي الأنتوسيانين إلى الفلافونويد وهي صبغات حمراء اللون وبرتقالية وزرقاء ذائبة في الماء وشديدة التلوين وهي مسؤولة عن ألوان العنب والفريز وثمرة توت السياج والتوت والخلنجيات التي لها أزهار ذات لون أبيض مخضر أو وردي، التفاح الوردي والذرة البيضاء وبالإمكان الحصول على أي من النباتات السابقة لاستخدامها من أجل ملون غذائي لكن هناك مصادر أكثر استخداماً مثل قشرة العنب وهي منتجات ثانوية من صناعة عصير العنب والنبيذ وتستخدم في الصناعة الغذائية منتجات حامضية مثل الهلام والمربيات لكنها أقل من ذلك في منتجات اللحوم والألبان وصناعة الحلويات النباتية والنبيذ أو معلبات السمك، الأنتوسيانين مواد ليست معروفة كلياً وذلك لتنوعها الشديد

ولأسباب أخرى ومع ذلك فإن من المعروف أنه عندما يتناول الإنسان هذا النمط من الملون فإن جزءاً كبيراً منه تخربه الجراثيم المعوية وتحذف البقايا الممتصة عن طريق الادرار وعلى نحو أساسي في الصفراء قبل حدوث بعض التحولات أما الكراميل\سكر محروق جزئيا فيستعمل في تلوين بعض المشروبات الغازية وغيرها ويستخلص من جذور البنجر - الشوندر صبغة لونها أحمر فهو ملون أكثر استخداماً في الصناعة الغذائية وكان أول ملون يستخدم في المشروبات الغازية وهو أحد الملونات الأكثر استخداماً في مشروبات الكولا، قطع الحلوى الدبقة، البيرة، المثلجات، الفواكة الحساء وشتى منتجات اللحوم وكان الكراميل يصنع بتسخين السكر أما في الوقت الحاضر فيحصل عليه من شراب الكلوكوز وينتج طبيعياً عندما يطبخ لحم أو يحمص خبز أو قهوةٌ أو رقاقات البطاطا ومع أن نصف مكونات الكراميل تقريباً هي سكاكر قابلة للتمثل إلا أن الكراميل لا يعرف على نحو دقيق لأن مكوناته النوعية الأخرى قليلة الامتصاص في الأمعاء اما الأصباغ الجزرية فهي مجموعةً واسعة من صبغات ذات لون أصفر وبرتقالي توجد في الحمضيات، الجزر، الطماطة الحمراء، الفلفل الأحمر، الكزبرة، العصفر، صفار البيض، سمك التروتة، سمك سليمان، الطحالب والخلائط الناتجة من صناعات الحمضيات وإن الصبغ الحاصل هنا هو صبغ أصفر اللون وقد استخدم على نحو رئيس في المعجنات، منتجات الالبان، ونبات الطماطة استخدامه محدود بسبب رائحته الشديدة، الفلفل الاحمر الذي يستخرج منه الكبسانتين ذو اللون الأحمر إلى القرمزي أما الكاردينيا Gardenia فهي شجرة من الفصيلة الفوية ذات أزهار ضخمة بيضاء شديدة الرائحة يستخدم لونها في صناعة الكراميل، المعجنات الغذائية وتحضير بيوض السمك بينما الكلوروفيل هي صبغة خضراء موجودة في نباتات التركيب الضوئي وقد استخدم اللون الأخضر في الفواكه والخضراوات دليلاً على الطزاجة وحالة النضج ويضاف على نحو عرضي إلى الزيوت، العلك، المثلجات، المشروبات المرطبة المنعشة، الحساء المحضرة ومنتجات الالبان كالجبن أما الكركم من الفصيلة الزنجبيلية فهو التابل الأساسي في الكاري الذي هو خليط من التوابل النباتية التي تشمل الكركم، الكزبرة، القرفة، الكمون، الزنجبيل، الهيل، الفلفل الحريف\الأحمر، القرنفل وجوزة الطيب وتعطيه لونه الأصفر الشديد المتميز ويستخدم ملوناً للخردل وفي

تحضيرات من أجل تحضير الحساء والمرق وهو في بعض المنتجات المختصة باللحوم ملون تقليدي في منتجات لبنية مثل المثلجات ومن الملونات النباتية الأخرى الحناء وهي شجيرة تنتج أوراقها ملوناً نباتياً وتعطي الحناء على نحو عام درجة لون ضارب إلى الحمرة لكنها تعطي بمزجها بأعشاب أخرى عدداً لا يحصى من الألوان وإذا أحسن استعمالها فإنها تعطي لوناً جديداً وجميلاً لا يؤذي الشعر إضافة إلى أن استعمالها غير معقد وهناك مركبات فلافونية مثل الريبوفلافين فيتامين، روتين، هيسبريدين، كيورستين ذات صبغة صفراء كما يستخدم الزعفران لإعطاء الأغذية اللون الأصفر وهناك الكركم أما بتلات الأزهار الجافة وهي من الفصيلة الخشخاشية تسمى تويجات الخشخاش الأحمر فهي تباع على شكل شراب لتلوين الأغذية باللون الأحمر كما يحضر هذا اللون من نبات مادر في حين ينتج نبات النيلة صبغة انديجو الزرقاء الشائع استعمالها وأمكن التعرف إلى تركيب معظم الأصباغ النباتية وأنتج صناعيا مقادير كبيرة منها وتمتاز بثباتها وسرعة ذوبانها في الماء وتكسب الأغذية ألوانا جذابة وتباع في الأسواق كأصباغ صناعية.

- الاناتو: هي واحد من أقدم المواد الملونة المستخدمة في الأغذية والمستحضرات التجميلية والصناعات النسيجية فالصبغة الرئيسية في الاناتو هي البكسين Bixin ونور بكسين norbixin وهي الكاروتينويد الرئيسي والبكسين هو استر أحادي مثيل من الكاروتينويد ثنائي الكربوكسيل وان نور بكسين هو شكل متصبن أي حامض ثنائي الكربوكسيل من نفس الكاروتينويد وجزء حامض الكربوكسيليك من الجزيئة يعزى الى قابلية ذوبان الماء وشكل استر يعزى الى قابلية ذوبان الزيت وتستخلص الاناتو من بذور لنباتات استوائية العليق bush من جنس Bixtra orellana الذي توجد بصورة رئيسية في مركز وجنوب أمريكا وفي غرب إفريقيا بواسطة أذابتها في الزيوت المتعادلة كزيت السمسم وفستق الحقل والذي تتكون من Bixin,orellin وتستعمل على نطاق واسع بشكل مستخلصات كاروتينويد وخاصة في الألبان، المعجنات ومنتجات الحلويات (جدول -4)، البذور تنمو بتجمعات أو عناقيد كبيرة في غلاف capsular الذي عند الجني تجفف في الشمس وتخرج وتسحق

وتستخلص بطرق مختلفة مع مذيبات عضوية مثل الأسيتون، ثنائي كلوروميثان، ايثانول، هكسان، ميثانول وبروبان-2-أول أو ثلاثي كلوروائيلين ثم إزالة المذيب لإنتاج مستخلصات ذائبة في الزيت أو معلق زيتي ومستخلصات ذائبة في الماء أي ويمكن تعليق الصبغة في الماء أو الزيوت النباتية، المستخلصات الذائبة في الزيت تحتوي بكسين طبيعي بينما الإشكال الذائبة في الماء مكونة من محاليل من norbixin بشكل ملح البوتاسيوم ويحصل عليه من البكسين بواسطة التصبن (0,2 الى 0,3% من الصبغة) أو معلق زيتي بمعدل 4% من الصبغة، البكسين يملك قابلية ذوبان ضعيفة في الزيت وبواسطة التعليق فأن صبغة اللون غير المستخلصات الذائبة في الزيت وبواسطة استخلاص بذور الاناتو مع الماء وهيدروكسيد البوتاسيوم فأن البكسين يتحول الى صبغات ذائبة في الماء غير بكسينية nonbixin، المحاليل الذائبة في الماء تحتوي 0,5-4% من nonbixin والمسحوق مع تراكيز أعلى من 15% يمكن انجازها خلال التجفيف بالرذاذ وتجاريا بذور الاناتو تستعمل كبهارات وتخلط مع مكونات أخرى قبل إضافتها الى الشوربة أو إطباق اللحم الذي تستعمل لتلوين الأغذية ومواد التجميل والصناعات النسيجية وان المستخلصات الذائبة في الزيت تكون مناسبة لمنتجات الألبان المنتشرة، السلطات، الوجبات الغذائية السريعة أي الأغذية الزيتية، إنتاج المساحيق الذائبة في الماء، منتجات مجفدة يحصل عليها من صمغ اكاشيا acacia gum، لمالتودكسترينات أو النشا المحور كعوامل حمل لجعل المنتجات ملونة من الأصفر الى البرتقالي بينما معلقات الزيت ذات لون

جدول (4) بعض استعمالات مستخلصات الاناتو

الغذاء	أقصى مستوى
مستحلبات تحتوي اقل من 80% دهن	30 ملغم \ كغم
منتشرات على أساس الفاكهة	GMP
كوكا ومنتجات شيكولاته	25ملغم \ كغم
منتجات حلويات منها الحلوى	25 ملغم \ كغم
صاص حلو وديكورات	30 ملغم \ كغم
Pastas مجففة أو مطبوخة أوليا	12 ملغم \ كغم
منتجات معجنات اعتيادية	GMP
الكيك، cookies ,spies	15 ملغم \ كغم
منتجات معجنات دقيقة مثل doughnuts ,muffins	40 ملغم \ كغم
خليط للمعجنات الدقيقة مثل الكيك و pancakes	15ملغم \كغم
لحوم مصنعه، دواجن، منتجات game في قطع	50 ملغم \ كغم
لحوم ودواجن مصنعة ومتخمرة بدون معاملة بالحرارة	50 ملغم \ كغم
صوصج	60 ملغم \ كغم
اسماك مجمدة وشرائح اسماك ومنتجات اسماك	30 ملغم \ كغم
اسماك مطبوخة ومنتجات سمكية	30 ملغم \ كغم
منتجات mollusks ,crustaceans	15 ملغم \ كغم
echinoderms, مطبوخة	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات اسماك مقلية	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات اسماك مملحة، مخمرة، مجففة مدخنة	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات سمكية شبه محفوظة	GMP
فركتوز، كلوكوز، زايلوز، محاليل سكرية سكر ابيض وشبه ابيض	GMP
سكر محول، مولاس وسكريات أخرى وعصائر مثل سكر اسمر وعصير maple	30 ملغم \ كغم
الإعشاب، البهارات seasoning ,condiments	100 ملغم \ كغم
Mustards	150 ملغم \ كغم
الشوربة والمرق	100 ملغم \ كغم
الصاص والمنتجات الشبيهة	GMP
مدعمات الأغذية	GMP

الغذاء	أقصى مستوى
المركزات السائلة أو الصلبة لعصير الفواكه	30 ملغم \ كغم
Savories جاهز للأكل	GMP
منتجات خضراوات متخمرة	2000 ملغم \ كغم
مشروبات مطعمة مائية	

برتقالي– اصفر ومناسبة في منتجات مع كمية عالية من الزيت الموجود مثل المارجرين، الزبد والوجبات السريعة وان البكسين و nonbixin تخلط لإنتاج اللون المطبق في الأغذية المبنية على أساس الماء والزيت، التطبيقات المثالية لمنتجات nonbixin هي الاجبان، الايس كريم، المثلجات المائية، المعجنات، الحلويات السكرية والمشروبات الذي تعطي لون برتقالي – اصفر ومستحضرات الاناتو تملك قابلية ثبات جيدة إلا إنها ذات صفات تلوين حساسة للأس الهيدروجيني ومن المتوقع للأحماض الكربوكسيلية وصبغات الاناتو لا تقارن مع أملاح calcium، ثاني اوكسيد الكربون أو الأوكسجين، كلا من nonbixin والبكسين ثابتة نسبيا للحرارة بينما قابلية ثبات الضوء هو أفضل عندما nonbixin يرتبط الى البروتين مثل الجبن وان nonbixin يترسب في أس هيدروجيني منخفض ولا يستطيع الخلط مع منتجات تحتوي الكالسيوم وان منتجات nonbixin تكون ثابتة في أس هيدروجيني منخفض، الاناتو لحد ما غير ثابت للضوء والأوكسجين إلا أن تقنيا مادة ملونه جيدة والاستعمال الأساسي للاناتو هي مادة ملونة في منتجات الألبان بسبب قابلية ذوبانها في الماء إلا إنها تستعمل لتعطي لون اصفر الى احمر في مدى واسع من المنتجات، اثبت الكثير من الدراسات حول عدم سمية الاناتو وقد تكون ذات سمية منخفضة جدا وتكون سامة إذا كان تركيزها أكثر من 50 غم\كغم من بشكل ذائب في الزيت و35 غم\كغم للشكل الذائب في الماء واستعمال 26 ملغم\كغم\يوم لا يظهر أي تأثيرات سمية ولا تحدث مشاكل في التكاثر عند تناول 500 ملغم\كغم\يوم وان الاناتو لا يكون متسرطن وتستعمل الاناتو لغاية 0,065 ملغم\كغم\يومك لصبغة الاناتو المبنية على أساس الدراسات، بذور الاناتو تستعمل منذ فترة طويلة كمادة طبية تجارية لتداوي الجروح، الجلد والحروق وتستعمل لمعالجة الإسهال، وداء الربو asthma وكمضاد للحمى antipyretic والاناتو ذات تأثيرات قوية كمضاد للأكسدة وهو يثبط بيروكسدة اللبيدات ونشاط lipoxidase.

الكرامل Caramel: تستعمل كمضافات غذائية ملونة لسد متطلبات الصناعات الغذائية وهي من أقدم وأكثر انتشارا للمواد الملونة الغذائية وان أول كرامل تجاري كمادة ملونة صنع في أوروبا عام 1850وهي تعرف بأنها مضافات ملونه سائلة سمراء داكنة أو صلبة ناتجة عن المعاملات الحرارية المسطر عليها للكربوهيدرات من الدرجة الغذائية مثل الدكستروز، السكر المحول، اللاكتوز، عصير المالت، المولاس، محلل النشا أو أجزائها أو السكروز وهي سوائل لزجة سمراء– سوداء الى سمراء – محمرة أو مساحيق سريعة امتصاص الرطوبة الذي تستعمل لاعطاء اللون والطعم وعملية الكرملة تتألف من اختزال جزيئات الكربوهيدرات الكبيرة الى كربوهيدرات صغير تحت تأثير الحرارة، الضغط والحموضة وتستعمل المواد الملونة الكرملية في أنواع مختلفة من الأغذية، المشروبات (جدول- 5) إلا أن أكثر من 80% من الكرامل المنتج يستعمل في المشروبات الطرية أو الطازجة وخاصة من جذور البنجر و colas، الكرامل تعطي لون، تملك صفات وظيفية مهمة، تثبت الأنظمة الغروية، تمنع تكوين الضبابية أو العتمة للبيرة، تملك صفات استحلاب، تساهم في انتشار المواد غير الذائبة في الماء، تعيق تغيرات الطعم وتحفظ المشروبات المعرضة الى الضوء.

جدول (5) أصناف الكرامل

الصنف	الشحنة	المواد المتفاعلة	الاستعمال
1	–	لا توجد مركبات امونيوم وكبريتيت	كحول مقطر، مثلجات،خلط بهارات مشروبات حلوة
2	–	مركبات كبريتيت	بيرة، مرق، سلع مشوية
3	+	مركبات الامونيوم	مشروبات طرية، شوربة أغذية
4	+	مركبات كبريتيت وامونيوم	دواجن

بعض مستحضرات الكرامل تملك صفات تكوين الرغوة الذي تكون مرغوبة في المنتجات مثل الألبان المتخمرة وغير المعاملة بالحرارة بعد التخمر، منتجات الألبان، الفواكه والخضراوات الطازجة المعاملة سطحيا، الحبوب بما فيها الرز، المعكرونيا المجففة والمطبوخة أوليا والمنتجات الشبيهة بها، اللحوم والأسماك الطازجة المقطعة،

المنتجات البحرية الطازجة، المنتجات البحرية المجمدة المقطعة، المنتجات البحرية المطبوخة، المنتجات البحرية المجففة، المنتجات البحرية المخمرة أو المجففة أو المدخنة، البيض الطازج، أغذية الأطفال، العصائر والسكريات الأخرى والمركزات السائلة أو الصلبة لعصير الفواكه الذي تضاف حسب رغبة المستهلك أو إضافة 150 ملغم\كغم الى منتجات الألبان المتخمرة أو المعاملة حراريا بعد التمر أو 600 ملغم\كغم من البيرة أو استعمال لون الكرامل من الصنف III و IV وهي منتجات مشابه ومارجرين، الخضراوات المجففة، الأعشاب البحرية، الجوزيات، البذور، منتجات الخضراوات المتخمرة، الإعشاب البحرية والخضراوات المجفف هاو المطبوخة، منتجات الشيكولاته أو الكوكا، المنتجات الشبيه الى المعكرونيا وبعض أنواع المعكرونيا المجففة أو المطبوخة أوليا، منتجات الخضراوات والفواكه، المشروبات المائية الحاوية طعوم، القهوة، الشاي وبدائها، والحبوب الساخنة ومشروبات الحبوب والكوكا الذي يمكن استعماها حسب رغبة المستهلك، الكرامل التجاري خليط معقد جدا من الكربوهيدرات المحللة حراريا ومن الضروري جدا التعرف على صفاتها الكيماوية لتثبيت التصنيف المناسب، الأنظمة التخصصية والتعقيد في الخليط المصنع غير ممكن للتعرف على التركيب الكيماوي لأن المستحضرات التجارية مقسمة الى أربع مجاميع (جدول- 5) على أساس سلسلة من الطرق التقديرية الكيماوية

- الصنف I: ذات قابلية ثبات كحولي مرتفعة، قابلية ثبات بروتيني منخفضة، قابلية ثبات حامضي منخفضة، مقاومة التانينات منخفضة، كثافة اللون منخفضة ولزوجة مرتفعة لا يحتوي مواد نتروجينية ولا كبريتيت وهو ذو شحنة قليلة السالبية وان الجزء منخفض الوزن الجزيئي يحتوي كلوكوز، 1، 6 -كلوكوز لإمائي و 5- هيدروكسي مثيل فرفورال مقارنة مع المشروبات عالية الكحول مثل الويسكي و cordials، وتطبيقات رئيسية في الويسكي والمشروبات الكحولية الأخرى.
- الصنف II: ذات قابلية ثبات كحولي مرتفعة، قابلية ثبات بروتيني منخفضة، قابلية ثبات حامضي معتدلة، مقاومة التانينات مرتفعة، كثافة اللون منخفضة، لزوجة مرتفعة، خالي من المركبات النتروجينية، يحتوي على كبريتيت، ذو شحنة سالبة وان 78 – 90% من المواد الصلبة هي في الجزء منخفض الوزن الجزيئي

ويحتوي ثلاث مركبات هي الكلوكوز، 1، 6– كلوكوز لا مائي و5– هيدروكسي مثيل فرفورال ويملك قوة امتصاص عالية، وتطبيقات رئيسية في البراندي، والمشروبات الكحولية الأخرى عالية محتوى التانينات.

- الصنف III: ذات قابلية ثبات كحولي ضعيفة، قابلية ثبات بروتيني عالية، قابلية ثبات حامضي منخفضة، مقاومة التانينات منخفضة، كثافة اللون معتدلة، لزوجة معتدلة، يحتوي مواد نتروجينية، خالي من الكبريتيت وذات شحنه موجبة وان المركبات النتروجينية هي 4– مثيل اميدازول وTHI مقارنة مع المنتجات غير الحامضية مثل البيرة، المعجنات والحلويات وتطبيقات رئيسية في البيرة، النبيذ، الخل، الصوصج والحلويات.
- الصنف IV: ذات قابلية ثبات كحولي معتدلة، قابلية ثبات بروتيني منخفضة، قابلية ثبات حامضي عالية، مقاومة التانينات عالية، كثافة اللون عالية، لزوجة منخفضة، تحتوي مواد نتروجينية وكبريتيت وذات شحنة سالبة وان أكثر من 80% من كثافة اللون تسترجع في الجزء مرتفع الوزن الجزيئي ومعظم المواد الصلبة، النتروجين، الكبريت وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية تسترجع في الجزء منخفض الوزن النوعي والمركبات هذا الجزء هو سكريات ثنائية هي الكلوكوز، 1، 6– كلوكوز لا مائي، حامض ليفيولينيك و54–هيدروكسي مثيل فرفورال وانه ذات صفات جيدة الاستحلاب ومقارنة مع المشروبات الطرية والأخرى منخفضة الأس الهيدروجيني وتطبيقات رئيسية في المشروبات الطرية.

تمييز الكرامل: يمكن تقدير غش عصير الفواكه باستخدام اختبارات بسيطة يمكن تطبيقها لتميز الكرامل وان كشف الكرامل كمواد غش لأن عمليات التميز تحدث خلال العمليات الاعتيادية للأغذية مثل العصائر وان الطرق الجديدة تستخدم لحل هذه المشكلة وان طريقة كروماتوكرافيا الانجاز العالي المزدوج الايونات تستعمل للتعرف على إضافة الصنف الثالث من الكرامل الى المواد الغذائية المختلفة مثل البيرة، البسكويت، مسحوق المرق gravy، منتشر المطعمات والمعجنات وان تحديد الكشف هو 0,1 غم/لتر في البيرة و0,3 غم/كغم من الأغذية الصلبة وان محتوى الكرامل للمشروبات الطرية يمكن دراسته بواسطة الهجرة في المجال الكهربائي الشعري capillary electrophoresis وان الطريقة المستعملة هي منظم كربونات وفي

الكرام الكهربائي من الصنف الرابع من الكرامل يمكن ملاحظة قمة كبيرة الذي تقابل أصناف اللون وهذا الحد مرتبط مع المكونات متعدد الانتشار ذات الجزيئات الكبيرة الذي تملك نسبة شحنات مشابه الى الحجم الذي تعني أن الميلانويدينات مرتفعة الوزن الجزيئي أكثر من 3000 دالتون تنتقل خارج القمة وان وقت الانتقال له علاقة الى محتوى الكبريت في الكرامل المتحلل وان القمة الحادة يمكن ملاحظتها وهي تقابل منتجات تفاعل ميلارد منخفضة الوزن الجزيئي اقل من 1000 دالتون والطريقة الموصوفة تستعمل مع اقل من 5% في تقدير الكرامل في المشروبات الطرية وان محتوى الكرامل في مشروبات الكولا في نطاق ضيق الذي تقترح بأن الصناع ينتجون مشروب مشابه وان في المشروبات الخالية من الكولا، فأن كمية الكرامل تختلف أكثر بين المنتجين الذي تشير أن الكثافة لتميز المنتجات الأكثر تميز وان فاكهة cerola تملك محتوى مرتفع من فيتامين C الذي يستعمل لجعل العصائر غنية به والمنتج النهائي الذي يصل الى سعر عالي الكلفة ويمكن تطبيق لون الكرملة لميز العصائر وان المركبات المستعملة كمعلمات هي 5- هيدروكسي مثيل -20 فيور الديهايد (5-هيدروكسي مثيل فرفورال) الذي تكون موجودة في كل الأصناف الأربعة من الكرامل وان 4- مثيل اميدازول الموجودة في الصنف الثالث والرابع وأن 2 – استل- 4 (5) رباعي هيدروكسي بيوتيل اميدازول THI الموجود فقط في الصنف الثالث وتحليل كروماتوكرافيا الانجاز العالي الذي يمكن انجازه لتقدير 4- مثيل اميدازول وتقدير 5-هيدروكسي مثيل فرفورال وTHUI، تحليل العصائر المغشوشة يظهر منتجات مع كميات مختلفة من حامض الاسكوربيك وان نسبة الكلوكوز الى الفركتوز لا تتماثل مع acerola الأصلية والتلوين للمنتجات المغشوشة يشابه الى لون الكرامل وان القمم للمركبات المعلمة تكون قوية لمعرفة الغش وهناك ثلاث مكونات الذي تملك كل المتكونة بسبب الكرملة أثناء عملية التصنيع ومن الممكن إيجاد نوعين من الويسكي الأول هو الويسكي المستقيم straight الذي يكون منتج معتق في براميل بلوط لمدة لا تقل عن 2 سنة وغير ملون مع إضافة كرامل وإضافة الكرامل مسموح في الويسكي المخلوط blended الذي يحضر بواسطة خلط ويسكى straight مع كحول متعادل وإضافة لون الكرامل الى الويسكي الخليط لمنع فقد اللون بسبب إضافة كحول متعادل عديم اللون وان الكرامل الشائعة المستعملة في الصناعة من الصنف الثاني والرابع يمكن توقعه ومن الضروري تقيم الويسكي الأصلي وقياس اللون البسيط غير كلفي

للوصول الى هذا التقييم وتحليل كروماتوكرافيا الانجاز العالي يستعمل لتقييم 5- هيدروكسي مثيل فرفورال الذي يتكون من الكرامل وان مادة البلوط تحتوي سكريات خماسيو وسداسية الديهايدية الذي في عملية التعتيق تنتج فرفورال و 5- هيدروكسي مثيل فرفورال وان الويسكي المعتق في براميل البلوط تحتوي كميات قليلة من الفرفورال و 5- هيدروكسي مثيل فرفورال وان نسبة تلك المركبات المستعملة كدليل للويسكي straight الذي يملك نسبة الفرفورال\5-هيدروكسي مثيل فرفورال تتراوح من 2: 1- 2,6: 1 في حين في الويسكي المخلوط تتراوح من 0,2-1,3 وهذه الطريقة يمكن استعمالها كوسيلة فعالة للبحث عن الأصلي من منتجات الويسكي، ولتثبيت كثافة الكرامل يستعمل GLC/MS وفي حالة كرامل الفركتوز، الكلوكوز، السكروز فأن بعض difructose dianhydrides تظهر بعض المركبات الذي يمكن التعرف عليها وفي كرامل الفركتوز فإن تلك المركبات من 1- 7 ومن 9-14 كرامل كلوكوز الذي تكون نسب معنوية هي 1 ، 7، 9، 10 و 8 وانه يمكن تقدير أصلية الكرامل.

- الكركم: نبات الكركم يستخدم منذ فترة طويلة جدا أي حوالي 600 قبل الميلاد ويزرع في العديد من الأقطار الاستوائية في جنوب وجنوب شرق أسيا في الصين والهند وجنوب إفريقيا وشرق الانديز وهو يعود الى جنس Curcuma longa من عائلة Zingiberaceae وهناك أكثر من 50 صنف معروف في الهند من Curcuma الذي تسمى turmeric إلا أن C.longa L يمثل ذات الأهمية التجارية وان الإنتاج السنوي أكثر من 240000 طن الا ان 94% منه ينتج في الهند وان معدل إنتاج الكركم هو 2,5 -18 طن في الهكتار وهو يستهلك في العديد من دول العالم وبكميات كبيرة جدا ويصل استهلاكه في بعض دول العالم 3,8 غم\يوم، يتعرض الى العديد من الأوبئة الشائعة التي تصيب رايزومات الكركم المعروفة shoot borer من صنف Dichocrocis punctiforalis وأوراق caterpillar roller من جنس Udaspes folus والحشرات من جنسhartii Aspidotus الذي تسبب تلف رايزومات الكركم في الحقل وفي الخزن ولتقليل الضرر يجب أن تعامل مع المنتجات مثل dimethoate أو ,malation phosphamidon أو dimethane وتستعمل كعوامل ملونة

وكبهارات لآلاف السنين، كمستحضرات تجميل النساء وفي الطب الشعبي وكعامل طارد للغازات من المعدة carminative، كمصحح لسوء وظيفة الصفراء، كمادة مانعـــة لســـرطان القولـــون، كتـــأثيرات مضـــادة للأكســـدة بوجـود bisdemethoxycurcumin, curcumin demethoxycurcumin، وكل تلك المركبات الثلاثة تثبط بيروكسدة اللبيدات وتملك تأثير مضاد للأكسـدة لتحليـل الـدم وبيرو كسـدة اللبيـدات وهـو أحـد المكونـات الأساسـية في الكـاري curry ويستعمل في ارتباط مع الاناتو في الايس كريم، اليوغارت، السلع المعلبة، الزيوت والحلويـات، وان الكـركم هـو المصـدر الطبيعـي للـون الأصـفر الـذي يملـك خـواص لاسـتبدال في اسـتعمال الأصـفر التركـيبي رقـم -5 في بعـض التطبيقـات الغذائية، وبعد التجفيف فأن الرايزومات تصبح صـلبة وبراقـة وذات لـون اصـفر منـتظم وان الرطوبـة النهائيـة حـوالي 5% إلا إنهـا للأسـباب التجاريـة فـأن الرايزومات تجفف جزئيـا الى حـوالي 15- 30%، طريقـة polishing تحسـن مـن مظهـر الكـركم المجفـف بواسـطة اسـتبعاد القشـور خـارج السـطح وان الكـركم المعرض الى polishing أكثر جذاب مع لون اصفر براق أو جذور الكركم تجنى في شباط وان الرايزومات تطبخ لتقليـل وقـت سحب المـاء ولتوليـد منـتج ذات لـون منتظم يحول الى مسحوق ويستخلص مع المـذيب وفي طريقـة Eiscerle فـأن 5 ملغم من oleoresin تذاب في 100 مل ويقيم الامتصـاص بطـول مـوجي 422 نـانوميتر وامتصاصـية الطـول مـوجي تضـرب في 2000 لتعطـي قيمـة اللـون وفي المقابل فأن مساحيق الكركم تتميز بواسطة القيم التحليلية والموضوعية (جدول - 6) وان المـذيبات المسـتعملة في الاسـتخلاص هـي المسـتخدمة في الصـناعات الزيتية مثل الهكسان، الهبتان، الأسيتون، الكحول والاثيلين ثنائي الكلوريـد وان القطبية للمواد الملونة للصنف C.longa تحدد اسـتعمال العديـد مـن المـذيبات الذي هي الأسيتون وهو أفضل المذيبات لاستخلاص oleoresin لنوعية الغـذاء وان وقت الاستخلاص يكون متغير إلا أن جهـاز سـوك سـليت ينـتج حـوالي 5% الـذي تحتـوي 42% مـن curcuminoids في 4-5 سـاعات وعنـد اسـتخلاص المستوى الصناعي ويحصل علـى curcumin مـن اسـتخلاص الكـركم ومسحوق الكركم يعطي لون براق، والصبغة الملونة الأساسية هي curcumin الذي يكـون

في الوسط السائل يملك لون ليموني- اصفر مع طيف اخضر في أس هيدروجيني منخفض الذي يملك قابلية ثبات حامضية وحرارية جيدة إلا انه حساس الى الضوء

جدول (6) خواص النوعية لمسحوق الكركم في نوع Allepey

الصفة	الصفة	القيمة
Objective value	محتوى الكركمين %	6,19
	قيم tristimulus	27,3
	Y%	0,4274
	X	0,3938
	Y	584
Subjective value	Hue (λ nm)	52,46
	% chroma %	برتقالي - احمر
	اللون	

وهو غير ذائب في الماء وفقير الذوبان في المذيبات الاخرى والمنتج النموذجي للاستعمال في صناعة الغذاء تملك 4 – 10% من curcumin والذي يتم انتشار curcumin النقي في خليط من مذيب درجة غذائية ومستحلب بواسطة الإذابة في زيت الخضراوات أو بواسطة الرذاذ على النشأ، اللون النقي منتج بواسطة التبلور لمادة oleoresin الناتجة في منتج مع 99% من curcumin وقليل جدا من مركبات الطعم، في مرحلة الإنضاج من خطوات التصنيع العامة وان محتوى curcumin يكون اقل انخفاض من الحاصل عليه في سوك سليت وان المنتج النهائي يكون زيت عالي اللزوجة مع 4,5-5% من curcuminoids وهو منتج برتقالي مسمر عميق و30-40% من cxurcumin و15- 20% من الزيت الطيارة ولسهوله تداول يفضل أن يكون المنتج عالي اللزوجة ويخلط مع مواد مخففة مسموح استعمالها هي بروبلين كلايكول أو متعدد السوربيت للحصول على منتجات متجانسة وقابلة للسكب وقابلية الثبات العالية من الكركم ضرورية لأجل الحصول على إشكال منتشرة أو بشكل كبسولات وان الكركمين يكون اصفر، بلوري مسحوق عديم النكهة ودرجة الانصهار من 184-186م، ضعيف الذوبان في الماء والايثر البترولي، البنزين، يذوب في الميثانول، الايثانول، حامض الخليك الثلجي وفي بروبلين كلايكول، ذائب جدا في الأسيتون والايثر الاثيلي وهو يباع بشكل أملاح وبشكل مسحوق ناعم وبشكل حبيبات أو بلورات

ملونه والملح لا يذوب في الايثر إلا انه يذوب في الكحول والماء، ويباع الكركم بواسطة اللون والنكهة من الصفات المهمة والذي تستعمل كبهارات وفي الحقيقة فأن استعمالها في بعض الأغذية تعمل كعوامل لون في حين في الأخرى كبهارات وان النكهة للكركم بسبب الكيتونات الذي تشكل 59% من الزيت والمعروفة بشكل -ar turmerone و tumerone بنسبة 4: 5 وان oleoresin الكركم هو خليط من المركبات هي الزيوت الطيارة، الدهون غير الطيارة ومواد الرتنجية ويملك 37 – 55% من curcumin المستعمل بصورة رئيسية كمكون غذائي وثانويا كبهارات وان المصدر للحصول على oleoresin هي أصابعAllepey و Madras من صنف C.longa وان curcuminoids الكلية في أصابع Allepey تختلف من 5- 7% وهناك ثلاث صبغات رئيسية من curminoids هي ,demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin و curcumin تحضر بواسطة استخلاص الرايزومات المجففة مع أنواع من المذيبات الكيماوية، الكركم الذي يسوق تجاريا إما بشكل كلي أو مسحوق أو oleoresin اعتمادا على احتياجات المستهلك والمستهلك في الغرب يستخدم مسحوق الكركم وفي الدول النامية تستخدم ككل وفي المناطق الريفية بشكل مسحوق وهو يباع في منتجات معبئة في عبوات غير شفافة، وان الكركم المسحوق ثابت تماما للحرارة المعتدلة والعناية الخاصة غير ضرورية خلال الإنتاج وان مسحوق الكركم يخزن بكميات في العبوات الذي فيها امتصاص الرطوبة وتعرض الضوء يمكن منعه وان المنتج يكون ثابت لمدة 6 شهور، استعمال الكركم يعتمد على المادة الغذائية (جدول- 7) ويستعمل مسحوق الكاري للأغذية الفصلية وان الكركم يستعمل لحفظ المنتجات البحرية في ارتباط مع الإشعاع والتبريد وفي butter cakes الذي تحتوي 13,1% رطوبة و38% دهن خام وان الكركم يظهر نشاط antimycotic مهم فأن الكركم يمنع تطور الأكسدة و cakes لا يظهر خواص تزنخ وان الظاهرة المهمة لاستعمال الكركم لها علاقة الى الغش في المنتجات وان الكركم هو بهارات مغشوشة ويمكن استعمال مستخلص اقل قيمة من صنف Curcuma sp لتحسين اللون يستفاد منها في اللحوم، الجبن، المعجنات

جدول (7) حالة الكركم واستعمالاته كمضافات غذائية

الحالة	الاستعمال
المسحوق	الكركم مهم بسبب النكهة واللون
Oleoresin	المخللات الملحية، المايونيز، المشروبات غير الكحولية مثل orangeades,lemonades، الجيلاتين وفي شوي السمك والبطاطا
Curcumin	في بعض المنتجات مثل المشروبات، الجيلاتين، الجبن، الزبد والايس كريم

ج. ذات منشأ فطرية: الفطريات من جنسMonascus تنمو في المواد الأساس الغنية في الكربوهيدرات وان Monascus spp، تنمو في الرز المبخر والكتلة الكلية المأكولة الطازجة، المجففة والمطحونة أو المدموجة الى الأغذية الأخرى والصفات هذه الفطريات هي polyketide وان ستة منها تم عزلها وظهر مدى اللون الأصفر monscin,ankaflavin، البرتقالي ,monascorubrin monbascorubramine, rubropunctamine والأحمر rubropunctamine والمصادر الرئيسية للصبغات الحمراء في أسيا هو M.purpureus.

د. ذو منشأ معدني: تحضر بعض الأصباغ من المعادن ومركباتها مثل أكسيد الحديديك الأصفر، ثاني أكسيد الحديد، الألمنيوم، الذهب والفضة وتستعمل هذه الأصباغ في تحضير غسول ومستحضرات التجميل وغيرها وتستخدم للاستعمال الخارجي فقط.

6. **حسب الأنظمة المختلفة: تقسم إلى:**

أ. **الأصلية origin**: وتتضمن الطبيعيnatural الذي تتميز بواسطة المركبات العضوية المتحصل عليها من الكائنات الحية مثل الكاروتينويدات، الانثوسيانينات والكركمين أو الاصطناعية synthetic وتتميز بأن المركبات العضوية يحصل عليها بواسطة التخليق الكيماوي ومن الأمثلة لها هي المواد الملونة FD & C أو غير العضويةinorganic والذي توجد في الطبيعة أو يحصل عليها بواسطة التخليق مثل TiO_2.

ب. **التخصص الكيماوي العالمي global chemical characterstic** وتتضمن الكروموفورات مع الأنظمة المرتبطة والذي تتميز بواسطة الأواصر المزدوجة المتعددة المفصولة بواسطة آصرة منفردة واحدة مثل الكاروتينويدات، الانثوسيانينات، البيتالينات، الكرامل والمواد الملونة FD &C أو المركبات المنسقة مع المعدن والذي تتميز بوجود معدن في تركيبها البنائي الكيماوي مثل ألوان الهيم كالمايوكلوبين الهيموكلوبين والكلوروفيل.

ج. **تخصص التراكيب البنائية الخاصة للصبغات الطبيعية**: وهي تتضمن مشتقات رباعي بايرول الكاروتينويدات وتتميز بوجود 4 تراكيب بايرول ومشتقات ايزوبرينويد ومعظم تلك المركبات هي جزيئات متعددة من 8 وحدات من الايزوبرين أو Iridoids الذي تتميز بوجود مشتقات ايزوبرينويد مثل geniposide,randioside أو مركبات نتروجينية غير متجانسة الحلقة تتميز بوجود النتروجين في تركيبها البنائي مثل اللبيورينات والبترينات، الفلافينات، phenazines و phenoxazines، البيتالاينات أو البنزوبيرين الذي يتميز بوجود مركبات اوكسجينية غير متجانسة الحلقة مثل الانثوسيانانات والفلافونويدات الأخرى أو الكوينونات الذي تتميز بوجود مجموعة وظيفية كوينونية موجودة في التركيب البنائي الكيماوي مثل البنزوكوينونات، النافثوكوينونات وانثراكوينونات أو الميلانين الذي تتميز بوجود تراكيب متعدد يحصل عليها من جزيئات أحادية نتروجينية مثلphaeomelanins, eumelanins

د. التشريعية: وهي تتضمن الموثقةcertifiable الذي تتميز بوجود مركبات تخليقية صناعية مثل المواد الملونة FD &C أو Exempt من التوثيق الذي تتميز من الأصلية الطبيعية للخضراوات، المعادن أو الحيوانية أو المركبات الصناعية مثل عصير العنب، الكارمين وبتا كاروتين الصناعي وهذه الأنظمة معروفه بوضوح إلا إن جميعها له علاقة قريبة من الأخرى وان نفس النوع من المواد الملونة يصنف في مجاميع مختلفة مثل الكاروتينويدات تكون مرتبة في مجاميع والتصنيف للمواد الملونة بواسطة الأصل والتشريعية من الأنظمة الأكثر أهمية.

ثانيا: المواد الملونه الاصطناعية: اكتشف أول صبغة صناعية تدعى البنفسج الزاهر أو بنفسجي بركنز حيث نجحت الصناعات الكيميائية في إنتاج الأصباغ من قطرات الفحم واستعمل فيها الأنيلين وعرفت لسنوات طويلة بأصباغ الأنيلين نسبة إلى مصدرها وتضم هذه المركبات أكثر من 12 مجموعة منها أصباغ الأزو، أصباغ النترو، أصباغ النتروز، وزازين، زيازين وبيرازولين وصنفت هذه المجموعات بدورها حسب استخداماتها إلى أصباغ حامضية التأثير وقاعدية وتحتوي هذه الأصباغ على جزيئات عضوية مسؤولة عن ألوانها مثل أزو -N=N-ونتروز N=O- في حين تحتوي أصباغ أخرى على جزيئات ميثوكسي أو هيدروكسي أو مجاميع أمينية مسؤولة عن ألوانها ومن أصباغ الأزو ترترازين وأصفر غروب الشمس وينتشر استعمالها عوضا عن الزعفران، أصفر -2ج، كوينولين الأصفر، الأصفر البرتقالي، أما رانت، إريثروزين وبني الشيكولاتة ويجب أن تخضع الملونات الاصطناعية لاختبارات صارمة قبل أن يتم الموافقة عليها من قبل ادارة الاغذية والعقاقير فإن الطبيعية معفاة من هذه الاختبارات ومعظم المواد الملونة تصنع كيمياوياً من المواد الملونة الطبيعية حتى أصبح عدد المواد الملونة التي تستعمل في الصناعة يتجاوز الألفي صنف.

التصنيف السابق للمواد الملونة لا يعطي كل الاحتمالات الممكنة للمواد الملونة الطبيعية واحد الأصناف المهمة هيbetalaine وهي الصبغة المستخلصة من جذور البنجر Beta vulgaris وهي وصفت سابقا anthocyaninsنتروجيني الذي تحتوي نتروجين في تركيبها الحلقي وتحتوي كلايكوسيد وهي مجاميع منفصلة ويمكن أن

تقسم الى أقسام فرعية الى β-cyanins الذي تكون ذات لون احمر و β-xanthins الذي تكون ذات لون اصفر وان β-xanthins لا تملك نظام حلقي عطري مرتبط الى ذرة النتروجين الأولى أو جزيئه السكر وان احد أنظمة التصنيف تتضمن مجموعتين من المواد الملونة الطبيعية هي phenalones مثل circumin,turmeric أو anthraquinone مثل carmine cochineal ومن المواد الملونة الذي تحدث طبيعيا مثل الرايبوفلافين.

تصنيف الصبغات الطبيعية

أولاً: رباعي البيرولات tetrapyrroles

مشتقات رباعي البيرول مهمة جدا في الأنظمة الحية وان كل عضو له القدرة أن يخلقها وهذه الصبغات ذات تراكيب بنائية تكون إما خطية أو حلقية إلا أن حلقة البيرول تكون شائعة في كل أنواع الجزيئات وتتوزع رباعي البيرول في الطبيعة في النباتات الخضراء مثل phytochrome ذات اللون البرتقالي- الأحمر وفي الطحالب الخضراء الزرقاء مثل phycocyanin الازرق وفي الطحالب الحمراء مثل phycoerythrin (الصفراء- البرتقالية) في النباتات الراقية والطحالب الخضراء وفي moses, ferns مثل الكلوروفيل أ (الأخضر-الأزرق) والكلوروفيل ب (الأخضر) في الفقريات مثل البيلروبين (البرتقالي) وفي ubiquitous في الكائنات الحية مثل الهيم (الأحمر) وفي النباتات فان البلينات تخلق حيويا بواسطة الهدم الايضي للبورفيرين يليه ارتباط الى صميم البروتين apooprotein المقابل ومن رباعي بايرول المهم هو الفايتوكروم الذي يكون برتقالي – احمر الى صبغة far –red ويمكن عزلها والكشف عنها عام 1959 ومن رباعي بايرول الخطية الموجودة شكلين ثابتة هما pr الذي يملك أقصى امتصاص في المنطقة الحمراء من الطيف و pfr مع أقصى امتصاص في منطقة far–red وان الفايتوكروم هو بروتين كرومي أي بروتين ملون الذي يكون شائع في النباتات ويملك وزن جزيئي حوالي 120 كيلودالتون ويملك تركيب بنائي من undecapeptide أن الكروموفور يكون مرتبط وان phytochrome chromophor/ يظهر تركيب بنائي مشابه الى البيليبروتينات biliproteins (الفايكوبيلينات phycobilins)، الفايكوسيانين الفايكوايريثرين والوفايكوسيانين

allophycocyanin وان phycobilins هي معقدات صبغة – بروتين الذي تكون ذائبة في الماء وذات لون عميق وومضية وان الفايكوسيانين تكون زرقاء وأقصى امتصاص بين610 و665 نانوميتر مع وميض احمر، الفايكوايرثرين صبغة صفراء – برتقالية مع أقصى امتصاص بين 490 و570 نانوميتر مع وميض برتقالي براق وان الفروقات التركيبية بين كلا الأنواع من الصبغات موضحة في التراكيب البنائية بواسطة الأسهم والوفايكوسيانان هي مجموعة أخرى من البلينات الذي تملك نموذج طيفي مشابه الى الفايكوسيانات وان الفايكوبيلينات توجد في الطحالب كالزرقاء– الخضراء، الحمراء وcryptomonand الذي فيها 40% بروتينـنوية البورفرين العطرية في الهيمات والكلوروفيلات تكون ألوان قوية ومعامل انطفاء مرتفع بالإضافة الى الأحزمة الطيفية ألمعروفه والذي يمكن ملاحظتها بشكل شريط كثيف في طول موجي 400 نانوميتر (شريط soret) الذي يميز حلقة البورفرين وهذا الشريط يفتقد عندما تشقق البورفرين وفي صبغات الهيم فان نوية البورفرين ترتبط الى الحديد والموجود في الطبيعة مثل الهيموكلوبين والمايوكلوبين، السايتوكرومات، البيروكسيديزات، الكاتاليزات وفيتامين B_{12} والذي تتوزع على مدى واسع في الطبيعة وفي مجموعة رباعي البيرول فان الكلوروفيل الفرعي هو الأكثر أهمية وهذه ألمجموعه الفرعية توجد بصورة رئيسية في الكلوروبلاستات للنباتات الراقية ومعظم الطحالب وان عدد من التراكيب البنائية المكتشفة تملك نمو خلال السنوات قبل 1960 وهناك ثلاث تراكيب بنائية فقط تم وصفها و20 مركبا تم وصفها عام 1970 وأكثر من 100 عام 1980 النباتات الراقية، , moses, ferns الطحالب الخضراء والإحياء المجهرية حقيقية النواة تملك prochloron الموجود فقط بشكلين من الكلوروفيلات هما أ، ب والأنواع الأخرى توجد في مجاميع أخرى مثل الطحالب والبكتريا.

مشتقات رباعي البيرول: ومن بين البيرولات الرباعية الخطية هي بيلين الفايتوكروم وهي مهمة جدا في النباتات الخضراء وظيفتها الرئيسية في مستوى الكيمياء الحيوية والنسخ المطابق (أجناس RNA) الذي تنظم نشاط العديد من الإنزيمات المهمة في العمليات الأساسية ومن وظائف الصبغات هي:

1. البيليناات: وهي نوعين من الصبغات هي إما الفايتوكروم ذات وظيفة مهمة في النباتات الخضراء وتتضمن العمليات الايضية والتطويرية مثل الإنبات، التزهير، الإنضاج، تخليق الصبغة والبروتين أو الفايكوبيلين وهي ذات وظيفة مهمة في أجهزة التركيب الضوئي للطحالب وظهورها بشكل بروتين ملون chromoprotein في الجني الضوئي وان الفايتوكروم يلعب دوراً مهماً في تخليق الانثوسيانانات والكاروتينويدات، إن الصفات الحيوية للفايتوكرومات ناتجة عن تحويل pr الى pfr
2. البورفيرينات **porphyrins**: وتتضمن:

أ. البورفيرينات الحديدية **iron-porphyrins**: وهي بروتينات تحتوي كروموفور الذي يلعب دوراً مهماً في نقل واستعمال الأوكسجين مثل الهيموكلوبين، المايوكلوبين، السايتوكروم، الكاتاليز والبيروكسيديز.

ب. بورفيرينات – النيكل **nickel –porphyrins**: ومن الأمثلة لها هو فيتامين B_{12} وهو عامل مرافق في تفاعلات إعادة الترتيب.

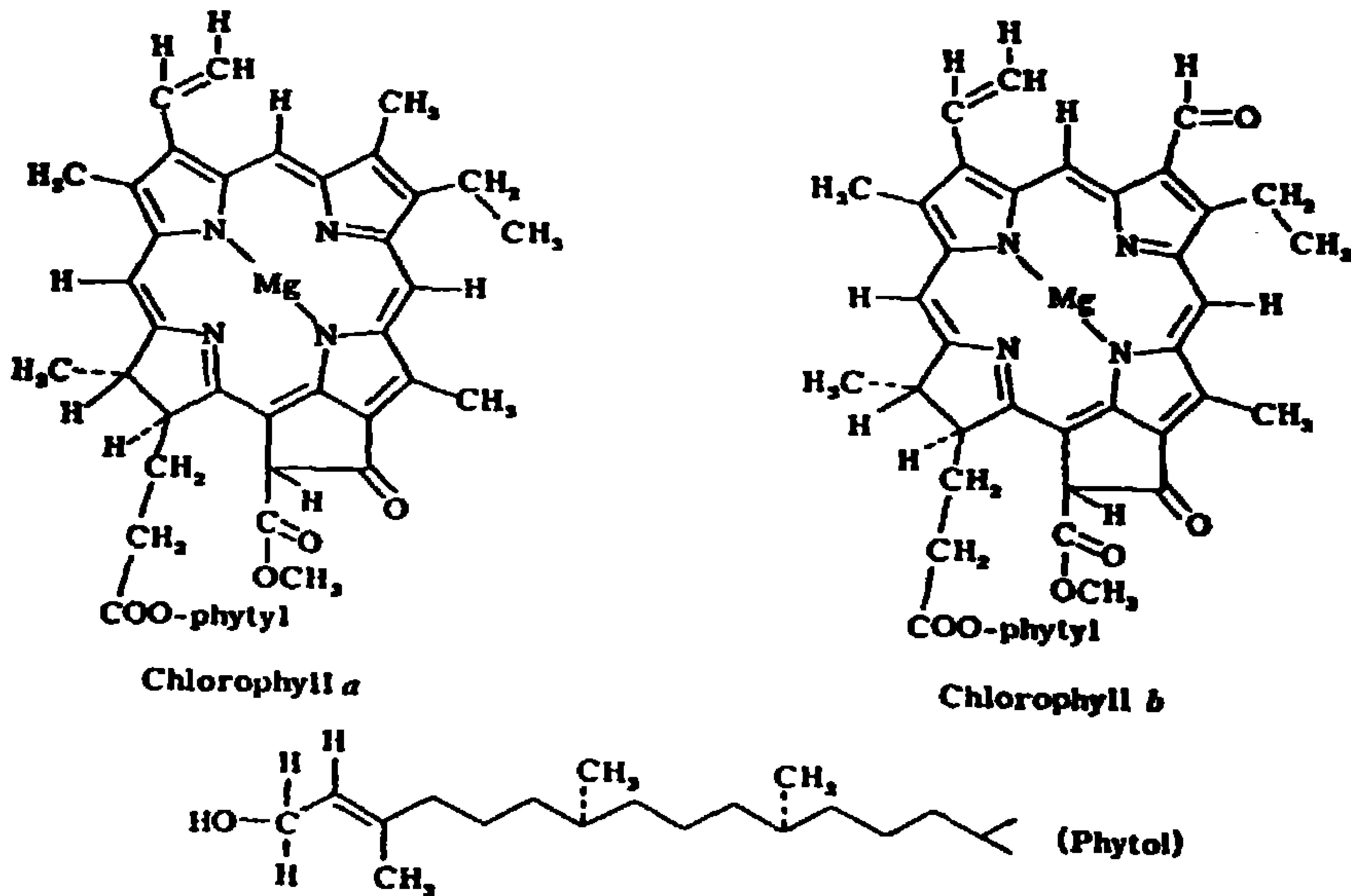
ج. بورفيرينات – المغنيسيوم **magnesium –porphyrins**: الكلوروفيلات هي أفضل مثال لها وهي أساس لعمليات التخليق الضوئي.

تقسيم البيرولات: ومن الصبغات الشائعة لها هي:

أ. الكلوروفيلات: أول دراسة عن لون الأوراق عام 1873 وهي صبغات ناتجة عن التركيب الضوئي والذي تحدث في النباتات، الطحالب وبعض البكتريا وهذه الأحياء تنتج أكثر من 1×10^{9} طن\سنة و75% من كمية البيئة البحرية وان التاريخ الطويل للكلوروفيل ومشتقاته كمكونات من الفواكه والخضراوات الذي تكون أمينة كمكونات غذائية وتستعمل كمواد مضافة وكمادة ملونة للأغذية وهي صبغة خضراء اللون لأنها تمتص بقوة في المناطق الحمراء والزرقاء من الطيف المرئي وان اللون الأخضر للكلوروفيل هو دليل للطراوة الغذائية وهذه الصبغة الخضراء توجد في الغذاء الطبيعي والحيوانات وتوجد في كل النباتات القادرة على التركيب الضوئي وان المصادر الاعتيادية لإنتاج اللون هي الحشائش، السبانخ والجت وعلى الأقل في بعض مرحلة التطور الكلوروفيل موجود في كميات مرتفعة في الخضراوات الورقية

وفي كميــات منخفضــة في الفواكــه غــير الناضــجة أو الفواكــه غــير الومضــية الكلوروفيلات هي مجموعة من الصبغات الذي تحدث طبيعيا في كل نباتات التركيب الضــوئي منهــا الطحالــب وبعــض البكتريــا وهنــاك 5 كلــوروفيلات و 5 بكتريوكلوروفيلات معروفة إلا أن هنـاك اثـنين مـن الكلوروفيلات A، B المهمة كمواد ملونة غذائية وقـد تكـون ذات لـون اخضـر- ازرق وهـي مسؤولة عـن لـون الخضــراوات الورقيــة وبعــض الفاكهــة وفي الأوراق الخضــراء يتكســر ويتفكــك الكلوروفيل أثناء تقدم العمر ويبدأ اللون الأخضـر في الاختفـاء وفي كـثير مـن أنـواع الفاكهة يتواجد الكلوروفيل في طور ما قبل النضـج وبالتـدريج يختفي أثنـاء النضـج ليظهــر اللونــان الأصــفر والأحمــر للكاروتينــات وهــي مركبــات توجـد في الفواكــه والخضـراوات المسـتهلكة بواسـطة الإنسـان وهـي أساسـية في الصـناعات الغذائيـة والكلوروفيل غير ثابت وراثيا الذي يحصل له تحويـل داخلـي مـع الصـبغات الأم وان العملية الذي تحدث ببطء بدرجة حـرارة الغرفـة إلا إنهـا تكـون سـريعة في الأنسجة النباتية المسخنة وهو يتفكك بسهولة في الحرارة وهذا هو سبب زوال اللون الأخضر للنبتات الخضراء عند غليها في الماء فاللون الاخضر يتحلل بسهولة حتى في ظروف التصنيع المعتدلة وبسبب تركيبة البنائي خلال عمليات التصنيع مثـل المغنيسـيوم الذي يستبدل بواسطة الهيدروجين الـذي يحطـم الحلقـة الشـاحبة الـذي يعطـي لـون اسمر داكن والكلوروفيل يثبت مع استبدال ايونات المغنيسيوم مع ايونات النحـاس وهي عبارة عن حبيبات صغيرة موجودة في البلاستيدات الخضراء للنباتات الخضراء ويوجد الكلوروفيل A وB الأخضر في كل الأجزاء الذي تؤكل من الخضراوات فيمـا اذا كانـت الجـذور، السـاق، الأوراق، الأزهـار، الفواكـه أو البـذور وهنـاك أنـواع مـن الكلوروفيلات في كلوروبلاسـت النباتـات الراقيــة إلا أن الرئيسـية منهـا في الغـذاء هي الكلوروفيل A والكلوروفيل B (الشكل-4) وهي صبغات مهمة جـدا في لـون الغذاء لأنها مسؤولة عن اللون الأخضر في الفواكه والخضـراوات وكلاهمـا معقـدات مغنيسيوم- بورفرين تملك سلسلة هيـدروكربون جانبيـة ناتجـة عـن أسـترة كحـول الفايتيـل مع معقـد حـامض البروبيونيـك يختلـف الشـكلين في التركيـب الحلقـي وفي النباتـات يتواجـد الكلوروفيـل معـزولا في الكلوروبلاسـتيدات وتكـون فيهـا حلقـة البـورفيرين في الصـورة المهدرجـة وذرة المعـدن المركـزي تكـون المغنيسـيوم وهمـا يتواجـدان معـا بنسـبة 1: 25 ويختلـف بوجـود مجموعــة المثيـل CH_3– في

الكلوروفيل A والديهايد CHO- في الكلوروفيلB عند ذرة الكربون 7 هذه هي الفروقات الاساسية بينهما والفروقات القليلة في تراكيب الكلوروفيلات تكون كافية لإنتاج امتصاصات أطول موجية معينة وأنواع من التفاوتات الخضراء، الكلوروفيلات هي استرات وعند تفاعلها مع الكحول تعطي فايتول وعند معاملة الكلوروفيل مع الاحماض المعدنية يحصل تحويله الىethyl chlorophyllides بسبب ازالة ايون المغنيسيوم مما تكون pheophorbides من نوع a,b اي بعبارة اخرى فان الكلوروفيلات هي مشتقات من ثنائي هيدروبورفيرين يتكلبج مع ذرة مغنيسيوم تقع مركزيا وهي تحتوي حلقة دائرية متناظرة وهي محبة للدهن مكون من 20 ذرة كربون كحولية ايزوبرينويدية أحادية عدم الإشباع أي فايتول phytol الذي تكون مؤسترة وذات عدد من تراكيب الكلوروفيل الذي تملك نفس التركيب البنائي



الشكل (4) التركيب البنائي للكلوروفيلA و B

الأساسي مع فروقات في واحد أو أكثر في الموقع 3، 7، 8 ، 17، 18 و20 وصفات الكلوروفيلات في الأنسجة الخضراء يعتمد على طبيعة الارتباط مع البروتينات الدهنية للكلوروبلاست وان آلية الهدم خلال الإنضاج والشيخوخة مهمة للون الغذاء إلا إنها غير معلومة ويمكن عزل الكلوروفيل من النباتات بواسطة امتصاص محلول

الكلوروفيل باستعمال مادة ماصة صلبة الى كلوروفيل B,A الذي تختلف في اللون وتأثير حامض hydriodic على الكلوروفيل يؤدي الى تكوين خليط من مشتقات pyyrole من نوع B,Aوالكلوروفيل غير ثابت وراثياً وتكون حساسة الى الحرارة، الحامض، القلوي والايونات الموجبة المعدنية ويكون الكلوروفيل غير ثابت في الخضراوات الخضراء المعرضة الى العمليات التصنيعية المختلفة وظروف الخزن المختلفة وهناك العديد من الآليات المقترحة هدم الكلوروفيلات في الخضراوات الخضراء حيث يمكن إزالة المغنيسيوم بسهوله باستخدام الأحماض وهنا يعطي فبوفيتين أ، ب ويكون فعل الحامض هاماً على وجه التخصيص ففي الفاكهة التي تحتوي طبيعيا على نسبة عالية من الحامض وبالرغم من ذلك يبدو أن الكلوروفيل في الأنسجة النباتية يكون مرتبطا بالبروتينات الدهنية ومحمياً من تأثير الحامض ويسبب التسخين تغير طبيعة البروتين ويقلل بذلك من تأثيره الواقي ولون الفيوفيتين زيتوني بني والكلوروفيل ثابت في الوسط القوي تسبب سلسلة الفيتول في الكلوروفيل عدم الذوبان في الماء وعند تحلل مجموعة الفيتول يتكون مثيل كلوروفيلليدي الذائب في الماء ويمكن مساعدة هذا التفاعل بإنزيمات Chlorophyllase وفي وجود ايونات النحاس أو الزنك فأنها يمكن ان تحل محل المغنسيوم ومعقدات النحاس والزنك والصبغة الناتجة الشديدة الثبات وبإزالة مجموعة الفيتول والمغنيسيوم تنتج الفيوفوربيدات pheophorbids وطيف امتصاص الكلوروفيل A في الخلايا للنباتات الخضراء يحتوي على الأقل أربع احزمه رئيسية في 662 و 670 و 677 و 683 نانوميتر محلول كلوروفيل A في الأسيتون يظهر حزمة منفردة في 678 نانوميتر وان الكلوروفيل تطرأ عليه أنواع مميزة من الهدم الذي يؤدي الى تغيرات أو فقد في اللون الذي يكون مشابه الى تلك التغيرات التي تحدث في النباتات ويتم نقل أو هدم الكلوروفيل بسرعة مما يكون سلسلة من المشتقات مع لون اخضر أو اسمر زيتون أو يهدم الى مواد عديمة اللون ومضيه أو غير ومضيه بسبب تقشير الكلوروفيل أو التقشير الضوئي، منتجات الهدم ذات اللون الأسمر الزيتوني للكلوروفيل هي مشتقات خالية من المغنيسيوم pheophytins,,pheophorbides pyropheophytins,pyropheophorbides،، النواتج الهدمية الخضراء تنتج chlorophyllides,pyrochlorophylls, allomerized chlorophylls أو ما يطلق عليه hydroxychlorophylls الذي لا تزال تحتوي مغنيسيوم ومعقدات معدنية الذي يمكن استبدال ايون المغنيسيوم بواسطة الزنك او النحاسوز

ومن الصعب تجاريا تحضير مواد ملونة تحتوي كلوروفيل نقي لأنه غير ثابت وقابلية الجزيئة والجزء الرئيسي للكلوروفيل ذائبة في الماء وتستعمل في منتجات الألبان، الشوربة، الزيت، السكر، الحلويات، المشروبات وكمواد دعم غذائية لتقليل كثافة التأثيرات الجانبية غير المريحة في معالجة cyclophosphamide وهي عامل مضاد للأورام وتستعمل مقابل العديد من أشكال السرطان والأمراض الأخرى وتحمي DNA المستحدث بالإشعاع، الكلوروفيلات تستخدم في مجالات تطبيقية مختلفة حيث ان استعمالات الكلوروفيل في الأغذية حسب رغبة المستهلك في منتجات الألبان، الدهون والزيوت، الفواكه والخضراوات المعاملة سطحيا والجوزيات والبذور، بعض أنواع المعكرونيا المجففة أو المطبوخة أوليا، البحرية المطبوخة، المنتجات البحرية المقلية، المنتجات البحرية المتخمرة أو المجففة والمدخنة، البيض الطازج، مستحضرات أغذية الأطفال، عصير ورحيق الفواكه المعبأ في قناني أو معلبة والنبيذ، المرق والشوربة وخلائطها أو تستعمل بتركيز 1000 ملغم\كغم من الدواجن واللحوم الطازجة أو 6,4 ملغم\كغم من المثلجات الحاوية نشأ وحبوب، 30 ملغم\كغم من منتجات الأسماك والأسماك المطبوخة ومن ناحية أخرى يمكن استعمال أملاح الصوديوم والبوتاسيوم من معقدات الكلوروفيل – النحاس في تحضير الأدوية وليست كمواد مضافة غذائية وهناك العديد من الطرق المقترحة لمنع هدم الكلوروفيلات ولإدامة اللون الأخضر البراق في الأغذية المصنعة لان المسلك الرئيسي للهدم يتضمن استبدال المغنيسيوم مع الهيدروجين ولمنع الهدم يجب إيقاف الاستبدال ومن أحد هذه الطرق المستعملة لرفع الأس الهيدروجيني في الغذاء مع العوامل القلوية مثل كربونات المغنيسيوم ويمكن الاستفادة من إنزيم الكلوروفيليز الذي يوجد طبيعيا الذي يحول الكلوروفيلات الى chlorophyllides، المعاملات الحرارية بدرجة الحرارة العالية والوقت القصير تستعمل لهذا الغرض الذي تسبب فقد بعد 3 شهور من الخزن وهذه المعاملات لزيادة التأثيرات وان بعض الايونات المعدنية مثل النحاس والزنك لها القدرة أن تزيح المغنيسيوم من حلقة البيرول الرباعية وتكوين معقد اخضر براق ثابت ويستخلص الكلوروفيل من النباتات المجففة بواسطة استخلاص المذيب وخلال عملية الاستخلاص فأن ايون المغنيسيوم يفقد كليا أو جزئيا من الصبغة مما يجعلها أكثر عدم ثبات وينتج في منتج الذي يكون معتم في المظهر وذو لون اخضر زيتوني ومستخلص الكلوروفيل يكون ذائب في الزيت ويمكن تعديله مع زيت خضراوات أو

مخلوط مع مذيب غذائي أو مستحلب لإنتاج شكل ممتزج مع الماء والمنتجات تباع بشكل كلوروفيل خالي من النحاس وان ايون المغنيسيوم الذي يفقد خلال عملية الاستخلاص يمكن إن يستبدل مع النحاس لإنتاج معقد أكثر ثبات مع قوة tinctorial العالية وهذا المعقد أي كلوروفيلين النحاس المصنع بواسطة عمليات تصنيع مستخلص الكلوروفيل مع الماء والإضافة القلوية وان الكلوروفيل يوصى به عند الحاجة الى اللون الأخضر في صناعة المعجنات، منتجات الألبان، الحلويات السكرية، الحبوب، المربى والجلي، يستعمل الكلوروفيل بشكل لون متمم وعند إزالة اللون من حليب الجبن المصفر والكلوروفيل يكون ثابت تحت الظروف القلوية وفي الحوامض المخففة ويفقد اللون بسرعة ويترسب كلوروفيلين النحاس وهو ثابت نسبيا للحرارة والضوء، النباتات الذي تملك جزيئات كلوروفيل مرتبطة مع البروتينات، الكاروتينويدات والتوكوفيرولات الذي تعطيها قابلية الثبات الارتباط بواسطة قوى غير تساهمية، حجز اللون الأخضر البراق للفواكه والخضراوات خلال المعاملات الحرارية لها علاقة الى المصنع وأهمية الاقتصادية للصناعات الغذائية لأنها تتحول الى جهة أكثر طزاجة تظهر في المنتج ونوعية الغذاء للفواكه والخضراوات مرتبطة مع الطزاجة واللون وهي أحد العوامل المهمة للمستهلك وان اللون الأخضر في تلك المواد النباتية منتجة بواسطة الكلوروفيل وتستعمل كدليل للصحة والنضج وبعد جني المحصول فأن يتم هدم الكلوروفيل مع سرعة تعتمد على مادة النبات وظروف التصنيع وان هد الكلوروفيل يحدث في بضع ساعات أو عدة أسابيع وفي الأنسجة النباتية فأن الكلوروفيل يتحرر من معقد البروتين يليه استبعاد الفايتيل phytyl وإمكانية pheophyinization وهذه العملية الهدمية تلاحظ في الغذاء بواسطة تأثير عمليات التصنيع ونوع المنتج يعتمد على قسوة المعاملة، يسبق الهدم عملية أكسدة للتركيب الحلقي لإضافة الكلورين ومن ثم يتبعها تكوين منتجات نهائية عديمة اللون وفقد الكلوروفيل في الفاصوليا المجمدة المرتبط مع نشاط lipoxygenase وبيرو كسدة الدهن.

الكلوروفيل A: هو رباعي بايرول tetrapyrrole مكلبج مع المغنيسيوم اي مع استبدال مثيل في المواقع 1، 3 ، 5 و8 واستبدال vinyl في الموقع 2 ومجموعة اثيل في الموقع 4 البروبيونيت المؤستر مع كحول فايتيل phytyl في الموقع 7 ومجموعة

كيتو في الموقع 9 واستبدال كاربوميثوكسي في الموقع 10 ويملك تركيب بنائي معقد مع ايـون مغنيسـيوم في الجزيئـة الـذي يمكـن نزعـه بسـهولة في الوسـط الحامضـي لتكـوين pheophytin a وإزالـة جـزء الفايتيـل phytyl مـن جزيئـه ينـتج chlorophyllide a حيـث انـه يمكـن إزالـة المغنيسـيوم والفايتيـل تنـتج pheophorbide a.

الكلوروفيل B: يملك مجموعة مثيل على ذرة الكربون 3 مستبدلة مع مجموعة formyl الكلوروفيل B يتفاعـل في نفس الصفة والكلوروفيـل و chlorophyllide هي ألـوان خضـراء براقـة إلا أن pheophytin اخضـر زيتـوني وان pheophorbide يكون اسمر فالكلوروفيلات هي الصبغة الرئيسية في الاوراق والخضراوات والكلوروفيـل هو بورفيرين يحتوي حلقة رباعية البيرول الأساسـية الـذي تكـون واحـدة منهـا مختزلـة والحلقـات الأربعـة متناسـقة مـع ايـون المغنيسـيوم أي معقـدات مـن المغنيسـيوم – البورفرين والحلقـة الخامسـة تكـون متنـاظرة موجـودة قـرب حلقـة البـيرول الثالثـة وفي الحلقة الرابعة الذي تملك سلسـلة هيـدروكربون جانبيـة الـذي تكـون ناتجـة عـن استرة الفايتول الكحولي مع حلقة البروبيونيـك فـأن وحـدة حـامض البروبيونيـك مؤسـترة مـع فايتول كحولي ثنائي التربين محب للماء.

مشتقات الكلوروفيلات: ومشتقات تلك الكلوروفيلات تنتج برتقالي أو تحـت بعض الظروف لون احمر.

- الهيدروكسي كلوروفيلات: وهي ذات تركيب بنائي هو البورفرين وهي ذات لون اخضر وازرق وان الهيدروكسي كلوروفيل هو كلوروفيـل متأكسـد مـع مجموعـة هيدروكسـيل تقـع في ذرة الكربـون -10 وان الهيدروكسـيل كلـوروفيلات مـن الكلوروفيل من نوع A ,B تسمى كلوروفيلات من نوع a-1,b-1 على التـوالي وان أكسدة الكلوروفيلات الى هيدروكسي كلوروفيلات تتم أكسدتها عن طريق آليـة الجـذر الحـر وان الأكسـدة الذاتيـة تثـبط بواسـطة الكاروتينويـدات وان الهيدروكسـي كلـوروفيلات تتكـون خـلال الغليـان للأنسـجة النباتيـة الخضـراء ويمكـن الكشـف عنهـا في السـبانخ معـاد سـحب المـاء معـا مـع هيدروكسـي فيوفايتينات.

- البيروكلـوروفيلات **pyrochlorophylls** ونـوع التركيـب البنـائي هـو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق.
- كلوروفيلايدات **chlorophyllides** ونوع التركيب البنـائي هـو بورفيرينـات وتكون ذات لون اخضر ازرق وهي مجموعة استر فايتيـل مـن الكلوروفيـل الـذي تتحلـل بسـهولة لتعطـي كلوروفيليـد وفـايتول ويحـدث تحلـل مـائي تحـت تـأثير ظروف معتدلة من إما بواسطة الحامض أو القلـوي وبصـورة عامـة فإنهـا تحضـر إنزيميـا وتحللـها مائيـا يحفـز بواسـطة إنـزيم chlorophyllase الـذي يظهـر وجـوده في كـل الأنسـجة النباتيـة الخضـراء وهـو مرتفـع في الأوراق ومـنخفض في الجذور والبذور ويختلف نشاطها مع الأجناس النباتية فـأن بنجـر السـكر Beta vulgaris أو cocklebur الشائع جنس Xanthiumpennsylvanicum كمثـال للأجنـاس النباتيـة الـذي تكـون أوراقهـا غنيـة في تلـك المركبـات وهـي بروتينات سكرية غشائية في غشاء الثالاكويـد والـذي لا تتـداخل اعتياديـا مـع الكلوروفيـل وان الكلوروفيـل يقـع في نفـس الغشـاء وفي الأنسـجة النباتيـة فـأن الكلوروفيـل يحفـظ في هيئـة ثابتـة وغـير فعالـة بواسـطة اللبيـدات في غشـاء الثالاكويـد ولأجـل نشـاط إنـزيم chlorophyllase ولا يحـدث تكـوين تلـك المركبات في الأنسجة النباتية الطازجة ما لم ينشط الإنزيم من خلال الحرارة، تلف ميكـانيكي أو أنـواع أخـرى مـن العوامـل المسـاعدة وان درجـة الحـرارة المثلـى للتنشيط الحـراري للإنـزيم chlorophyllase في الخضـراوات مـن 60 الى 82م بينما التقشير بدرجة 100م يثبط الإنزيم.
- بايرورو كلوروفيلايدات **pyrorochlorophyllides** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق.
- الفيوفايتينات **pheophytins** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكـون ذات لون اسمر زيتـوني وهـي مشـتقات مـن الكلـوروفيلات ومـن معظـم الآليـات الشائعة هدم الكلوروفيل A و B تظهر نتل محفز بالحامض الى pheophytin A,B علـى التـوالي الـذي تكـون مصـاحبة بواسـطة الأحمـاض الخلويـة وفي هـذه العملية فـأن ايـون المغنيسـيوم في الكلـوروفيلات يلعـب دوراً مهمـاً مـع ذرتـي الهيدروجين الذي تؤدي الى pheophytins وإزالة ايون المغنيسيوم المركـزي في الكلوروفيلات بواسطة إنزيم المغنيسيوم –dechelatase،المواد النباتية تغير

اللون من الأخضر – الأزرق الى الأخضر الزيتوني بواسطة تحويل الكلوروفيلات B,A الى pheophytins وهذا التغير ينتشر على نطاق واسع في الخضراوات الخضراء ويحدث خلال العمليات التصنيعية الحرارية، الحفظ الانجماد والخزن.

- **بيروفيوفايتينات pyropheophytins** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني.
- **هيدروكسي فيوفيتينات hydroxyl pheophytins** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني.
- **فيوفوربيدات pheophorbides** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني وهي كلوروفيلات محللة بدون فايتول الذي تفتقد ايون المغنيسيوم وهي إما أن تنتج بواسطة التحليل الإنزيمي لمركب pheophytins وهي العملية الذي تحفز بواسطة إنزيم chlorophyllase أو بواسطة إزالة ايون المغنيسيوم المركزي من chlorophyllides الذي تنجز بواسطة الأحماض الخلوية أو إنزيم مغتيسيوم dechelatase وهي صبغات دائمة في الخيار المملح الذي تقترح بان معاملة التمليح تدعم نشاط chlorophyllase وان الأس الهيدروجيني للوسط المملح يدعم استبدال المغنيسيوم في الكلوروفيلات و chlorophylides بواسطة الهيدروجين.
- **بيرو فيوفوربيدات pyropheophorbides** ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني، مشتقات pyro من الكلوروفيلات أو مشتقاتها مثل pyrochlorophylls, pyrochlorophyllides, pyropheophytins, pyropheophorbides هي مركبات الذي تفتقد مجموعة carbomethoxy ($-CO_2CH_3$) في C-10 من حلقة isocyclic وتستبدل المجموعة بواسطة الهيدروجين وان pyropheophytins من نوع a, b الموجودة في عصير السبانخ المسخن بين 116 و126م والذي تشير بأنها مشتقات كلوروفيل رئيسية مسؤوله عن اللون الأخضر الزيتوني في الخضراوات المعلبة.

ب. **البيلينات bilins**: البيلين هو التركيب البنائي الأساسي في رباعي بايرول الخطي بينما حلقة البورفرين porphyrin تكون شائعة في المركبات الحلقية، العنصر

التركيبي الشائع في تلك الجزيئات هو ذرة المعدن المركزية الذي تحاط بواسطة أربع حلقات بيرول مرتبطة لتكوين رباعي بيرول تعرف حلقة بورفيرين وهناك مجموعتين من المركبات اللازمة هي الكلوروفيلات الذي فيها المعدن المركزي هو المغنيسيوم والهيمي كرومات كالهيموكلوبين والمايوكلوبين الذي فيها المعدن المركزي هو الحديد وان حلقة البورفيرين هي تركيب مستوي وفي حالة الهيموكلوبين والمايوكلوبين فإنها تكون مجموعة رابطة مرتبطة الى كلوبين البروتين الحبيي وان هستدين البروتين يتناسق مع الحديد (الحديدوزي) ومن الجزيئات الأخرى مثل الأوكسجين، ثاني اوكسيد الكربون الذي ترتبط الى 6 مواقع ويكون الحديد أساسي في التركيب وارتباط الجزيئات المختلفة الى 6 مواقع تناسقية له تأثير على الطيف وتتميز بلينات النباتات كأحد صبغات ubiquitous على الأرض مع فايتوكروم phytochrome، فايكوسيانين phytocyanin وفايكوارثرين phycoerythrin والمواد الملونة الممثلة لها.

1. الحلقية (الهيمات): وهي عبارة عن مركبات تتصف باللون الأحمر وتضاف للحوم لإعطائها اللون الأحمر وتتألف البنية الكيمائية من ذرة نتروجين في مركز حلقة الهيم وفي صبغات الهيم تتوجه ذرات النتروجين إلي ذرة الحديد المركزية ويرجع لون اللحم إلى وجود صبغتي المايوكلوبين والهيموكلوبين وكلتا الصبغتين ترتبط بجزء بروتيني من الكلوبين والوزن الجزيئي للجزء البروتيني في المايوكلوبين حوالي 17000، في حين أنه في الهيموكلوبين 67000 وهذا يعني أربع مرات قدر المايوكلوبين ولذرة الحديد المركزية ستة أذرع ارتباط وكل ارتباط يمثل وحدة من الإلكترونيات، يقبلها الحديد من خمس ذرات نتروجين أربع من حلقة البورفيرين وواحدة من وحدة الهستديل Histidyl المرتبطة ببروتين الكلوبين.

أ. المايوكلوبين **myoglobin** والهيموكلوبين **hemoglobin**: ففي الحيوانات الحية فأن الهيموكلوبين هو الصبغة الحمراء الشائعة إلا انه في الحيوانات المذبوحة والنزيفة فأن المايوكلوبين يشكل 95% من صبغات الهيم المتبقية وكلا من المايوكلوبين الهيموكلوبين هي بروتينات معقدة مكونة من جزيئة بروتين هو كلوبين ومكون غير ببتيدي هو الهيم مكون من ذرة حديد وبيرول

رباعي أو بريفيرين وهي حلقة مستوية كبيرة الذي ليها توجد في الكلوروفيل إلا إنها مع حديد في المركز بدلا من المغنيسيوم وفي المايوكلوبين فإن الهيم يرتبط الى كلوبين بينما في الهيموكلوبين أربع جزيئات من المايكوبين ترتبط معا وتتضمن تفاعلات صبغة الهيم معقدات من الهيم، كلوبين ومادة رابطة ligand الذي فيها الحديد يكون إما في حالة مؤكسدة (ايون حديديك) أو في حالة مختزلة (ايون حديدوز) في اللحوم الطازجة يوجد هناك تكوين حلقي عكسي بين الصبغات الرئيسية oxymyoglobin, metmyoglobin myoglobin, وان myoglobin يكون شاحب في اللون وبوجود الأوكسجين يمكن أن يصبح مؤكسد مثل إنتاج معقد تساهمي بين المايوكلوبين مع الحديدوز والأوكسجين الجزيئي لتكوين oxymyoglobin احمر براق مقابل الدم الشائع في اللحم الطازج الذي يتأكسد الى metmyoglobin الذي يحتوي ايون حديديك مع إنتاج لون اسمر غير مرغوب وهناك العديد من المعقدات الأخرى المتكونة في اللحم الطازج والمعلب إلا إن المايوكلوبين المؤكسد الأحمر يسكون ثابت بواسطة تكوين تركيب رنيني مع بقاء الهيم المتأكسد الأوكسجين مرتبط ومتفكك من معقد الهيم والعملية الذي فيها يكون متأثر بواسطة عدد من الظروف منها ضغط الأوكسجين المنخفض وان الشكل المختزل يتأكسد الى metmyoglobin اسمر، التعبئة مهمة جدا في منع هذا الظرف إلا أن الضوء له أكثر تأثير على إزالة اللون من اختراق الأوكسجين خلال الخزن واستبعاد الأوكسجين بواسطة استعمال غاز ثاني اوكسيد الكربون النقي في الفراغ للعبوات مما يحسن اللون ويمكن تأخير تكوين metmyoglobin بواسطة المعاملة للحم مع 10% محلول من حامض الاسكوربيك كعامل مختزل.

ب. الفايكوبيلينات **Phycobilins**: تعود الى المجموعة الهيمية من الصبغات الذي تتضمن الكلوروفيلات الخضراء في النباتات والهيموكلوبيولينات الحمراء في الحيوانات وهي مكونات كيموحيوية رئيسية للون الأزرق – الأخضر، الأحمر والطحالب cryptomonad وهي معقدات بروتين صبغة ملونه مضيئة وذائبة في الماء ويمكن تصنيفها الى ثلاث مجاميع طبقا الى اللون وهي phycoerythrins الذي تكون حمراء مع وميض برتقالي براق، phycocyanins, allophycocyanins كلاهما ذات لون احمر واحمر

وميضـــــي، phycocyanins, allophycocyanins تســـاهم نفـــس chromophore إلا إنهـــا تختلـــف في الجـــزء الـــبروتيني، ارتبـــاط bilin chromophore الى البروتين يكون ثابتة جدا مما يجعلـها مرغوبـة مـن ناحيـة المـواد الملونـة ومستحضـرات phycobilin تحضـر بواسـطة التجفيـد البسـيط لمعلقات خلايا الطحالب الذي ينمو في ponds أو مفاعلات أنبوبيـة وتسـتخدم في العلـك، الاصـماغ، منتجـات الألبـان، المشـروبات الطريـة والايـس كـريم، phycocyanin مـن جـنس Spirolina platensis ليسـت لـه أي تـأثيرات سميـة ومسـتقبل المـادة الملونـة phycobilin جيـد لأنـه لا توجـد هنـاك مـواد ملونـة طبيعيـة زرقـاء متـوفرة وان اللـون الأزرق في الغـذاء غـير مـألوف وان spirolina تصبح منتجات جذابة في مجال الصحة الغذائية عند استعمالها.

2. الخطية\المستقيمة:

- الفايتوكروم **phytochrome**: تكون زرقاء – خضراء، صفراء – حمراء

ثانيا: مشتقات الايزوبرينويدات isoprenoid derivatives

الايزوبرينويدات وهي ما تعرف التربينويدات terpenoids الذي تنتشر على نطاق واسع في الطبيعة وهي مجموعة من الصبغات من الأصفر الى الأحمـر وهـي ذائبـة في الدهن والـذي توجـد في كـل المملكـة النباتيـة ولقـد اشـتق اسـم الكاروتينوويـدات مـن الصـبغات الأساسـية في الجـزر والـذي تملـك العديـد مـن الوظـائف مثـل الهرمونـات، الصبغات و phytoalexins، اكتشفت أكثر من 23000 مركب من الايزوبرينويدات مجموعة من المركبات الهيدروكربونية الحاوية ايزوبرينويدات مع اصرة مزدوجة متقترنـه الذائبة في الدهن ولا تـذوب في المـاء الـذي تتكـون بواسـطة ارتبـاط ثمانيـة وحـدات مـن الايزوبرينويدات مع درجة عالية من عـدم التشـبع وتقـع ضـمن البلاسـتيدات الحاويـة الكاروتينويد والكرموبلاستات مثل في الجذور والفواكه ومجموعة الايزوبرينويد تملـك ثـلاث مجـاميع فرعيـة رئيسـية هـي الكوينونـات، الكاروتينويـدات و iridoids، الكوينونات لا تنـاقش ضـمن هـذه المجموعـة لأن لا تنـتج عـن طريـق مسـلك التخليـق الحيوي وهي صبغات مهمـة في مجموعـه الايزوبرينويـد وعلاقتهـا الى iridoids فأنهـا

توجد منها حوالي 70 عائلة منها capriofilaceae ,rubiaceae ,cornaceae الموجودة في 13 رتبة، بعض iridoids في الزعفران Saffron من جنس Crocus sativus L. وفاكهةcape jasmine fruit من جنس Gardenia jasminoids Ellis، اللون في تلك النباتات بسبب وجود الكاروتينويدات بصورة عامة لها علاقة الى لون الخضراوات الصفراء، البرتقالية والحمراء مثل الجزر والطماطة وهي مكونة من 8 وحدات من isoprene C_5H_8 وتركيبها البنائي مكون من سلسلة من اثنان من terpenoids كل واحد منها يحتوي 10 ذرات كربون المتكونة بواسطة وحدتين منisoprene المرتبطة من الرأس Head الى الذيل Tail لتعطي 20 ذرة كربون وهناك وحدتين من 20 كربون تتكف لتعطلي سلسلة ذو40 ذرة كربون ويكن الإشارة الى الكاروتينويدات على أنها تربينويدات رباعية tetraterpenoids، فاللون الاحمر في الطماطة الناضجة بسبب وجود اللايكوبين وهو ايزوبرينويد متعدد polyisoprenoid بينما الصبغة البرتقالية في الجزر الذي يملك اقل 1-2 اصرة مزدوجة من اللايكوبين الكاروتينويدات التي تتواجد طبيعياً بأستثناء الكيورسيتين والبكسين وهي تربينات رباعية والبناء الأساسي لها يتكون من ثمانية وحدات ايزوبرينويد Isoprenoid في صورة وحدتين تحتوي كل منهما على 20 ذرة كربون مرتبطة عكسياً الرأس للذيل وكل منها تحتوي على 4 مجموعات ايزوبرينويد متصلة ببعضها بالتوالي الذيل للذيل.

تقسيم الايزوبرينويدات:

أولا: الكاروتينويدات: هناك أكثر من 600 مركب كاروتينويد موجود في العالم الذي يستعمل معظمها كمواد ملونة غذائية معروفة وهي تشمل مجموعه كبيرة من الصبغات المنتجة في الطبيعة وتنتشر على نطاق واسع في الطبيعة وان كل شكل من أشكال الحياة تملك كاروتينويدات في تركيبها الكيماوي والألوان المختلفة تنتج بواسطة هذه المجموعه من الصبغات مثل الأحمر البراق، الوردي، البرتقالي والأصفر وهي مسؤولة عن الالوان المختلفة في النباتات واوراقها وثمارها وهي تعمل كصبغات ومنع التلف التاكسدي الضوئي، اللون الأصفر، البرتقالي والأحمر للكاروتينويدات بسبب وجود الآصرة المزدوجة للكربون- كربون وعلى الأقل هناك 7 أواصر في النظام

المرتبط تكون ضرورية للون وزيادة النظام المرتبط يزيد من عمق اللون وكثافة وتفاوت اللون تعتمد على نوع الكاروتينويد وتركيزاته وثباته الفيزياوي، تقديرات محتوى الكاروتينويد في الخضراوات بواسطة قياسات اللون، الكاروتينويدات في الخضراوات الخضراء تكون مقنعة بواسطة اللون الأخضر من الكلوروفيل بيتا وان صبغات الكاروتينويدات تطرأ عليها أسترة مع الأحماض الدهنيه المختلفة وان الاسترة لها علاقة الى قابلية النبات الى زيادة إنتاج وتجمع صبغات الكاروتينويدات، تكون الكاروتيونويدات صفراء فعالة الى مواد ملونة برتقالية الذي تستعمل في أنواع مختلفة من الأغذية اعتمادا على التنظيمات والتشريعات القانونية وهي تتضمن الزيوت النباتية، المارجرين منتجات الألبان، اليوغارت، الايس كريم، الحلويات، العصائر والجلي والكاسترد، توجد الكاروتينويدات في أغشية الثالاكويد وان الليوتين هو الكاروتينويد الرئيسي في النظام الضوئي الثاني المرتبط الى الكلوروفيل A وB وان بيتا كاروتين هو مكون مهم يقع في نوية معقدة قريبة من مركز التفاعل، فالنشاط الحيوي للكاروتينويد المرتبط مع قابلية مضاد الأكسدة الذي تعتمد على الظروف الذي فيها يمكن التقييم في الوسط السائل أو المائي، المجاميع الكيتونية والحلقات الخماسية الذي تكون على التركيب البنائي للكاروتينويدات والذي تضاف كمضافات غذائية لمنع الهدم ويكون نشاط اللايكوبين أكثر من بيتا كربتوزانثين وهو أكثر من الليوتين ويساوي الزانثين وأكثر من زيازانثين وأكثر من ألفا كاروتين وأكثر من echineone وأكثر من كانثازانثين ويساوي astaxanthin.

تقسيم الكاروتينويدات:

1. حسب الطبيعة التركيبة أو التركيب البنائي الى:

أ. الكاروتينات: وهي مركبات هيدروكربونية وتكون ذات لون اصفر-احمر وتتضمن ألفا كاروتين، بيتا كاروتين، كاما كاروتين، سكما كاروتين واللايكوبين وهي من المواد الأساسية المولدة لفيتامين A وهي ذات صبغات صفراء، برتقالية وحمراء بسبب وجود عدد كبير من الاواصر المزدوجة المقترنه ومن اهمها بيتا – كاروتين واللايكوبين وهي مهمة لانها تعطي صفة تلوين الدهن باللون الأصفر الفاتح إلى اللون الأصفر الذهبي اعتمادا على تركيزها في

الدهن، تملك صفة مانعه للأكسدة، مولدة لفيتامين A وتلعب دوراً مهماً في الرؤية بسبب تولدها لفيتامين A الذي يدخل في تركيب شبكية العين، وهي مسؤولة عن اللون الأصفر لدهن الحليب ونشاط فيتامينA وهي صبغة توجد في الأوراق الخضراء وفي الجزر، ألجت الأخضر وزيت الخضراوات، وهي صبغة ذائبة بالدهن تعطي اللون الذهبي الأصفر للدهن أو الزبد أو القشطة وتختلف كثافة اللون طبقا لطبيعة العلف المستهلك بواسطة الحيوان فالكاروتين النقي ذات لون احمر مسمر إلا انه في المحاليل الدهنية المخففة تعطي لون اصفر وهي صبغة لا تذوب في الماء وهي تلون الدهن فقط واللون العميق للقشطة أو الزبد بسبب ارتفاع محتواه وهو يلعب دوراً مهماً في الحليب لانه يعطي الحليب صفة تلوين ثم صفة مانعة للأكسدة ومولد لفيتامين A، بعض السلالات لها القابلية لتعطي حليب ذات لون اصفر فاتح بينما الأخرى تعطي لون عميق ذلك يعتمد على طبيعة الغذاء وفصل السنة ومحتوى الكاروتينات في حليب الجاموس 0,25 – 0,48 ميكروغرام\غم دهن ويختلف عن حليب الأبقار 30 ميكروغرام\غم دهن، توجد الكاروتينات في الحليب بكميات قليلة جدا ~200 ميكروغرام\لتر وهي تعزى أليها 10– 50% من نشاط فيتامين كما يرتفع تركيزة في الصيف والربيع مقارنة مع الشتاء بسبب تناول العلف الأخضر لأنها تحتوي نسبة عالية من الكاروتين (جدول - 8) حيث ترتفع لذلك فأن دهن حليب الجاموس ذات لون ابيض حيث أن الأبقار تكون اكثر كفاءة في نقل الكاروتين من العلف الأخضر جدول (8) نشاط فيتامين A وبيتا كاروتين في فصلي الشتاء والصيف.

	الصيف	الشتاء
Retinol (ul\ l)	649-619	412 – 265
Alpha-carotene ul\l	1143-315	266 – 1,5
carotene ratio-آ\ Retinol	2– 0,6	11 – 4
% Conversion	8-46 – 20,3	33,4 – 11,4

إلى دهن الحليب من الجاموس الذي ليست لها القابلية لتحويل الكاروتين إلى فيتامين A ولا تستطيع الأغنام والماعز من نقل الكاروتينات إلى حليبها والذي يكون اكثر

بياضا من حليب الأبقار مما يقلل ذلك من قبولية منتجات ألبانها مثل الجبن والزبد والقشطة والايس كريم وتضاف لتحسين اللون مثل الكاروتين (جدول-9) حيث تختلف قابلية حيوان الحليب في نقل الكاروتين من العلف إلى دهن الحليب ثم يختلف ذلك مع اختلاف الأجناس، السلالات والأفراد ويختلف محتوى الكاروتينات في الحليب مع اخلاف السلالة، فصول السنة ونوع العلف لان مصدرها الرئيسي هو العلف فإذا كان العلف غني في الشيلم والجت يكون غنيا في الكاروتينويدات مقارنة مع السايلج والتبن وارتفاع محتواها في العلف يجعل لون الحليب ودهن الحليب اكثر اصفراراً حيث يكون لون الزبد من حليب الأبقار المغذاة على علف اخضر اكثر اصفراراً من الأبقار المغذاة على عليقة جافة شتاءاً وخاصة العلف الأخضر الغني بالشيلم.

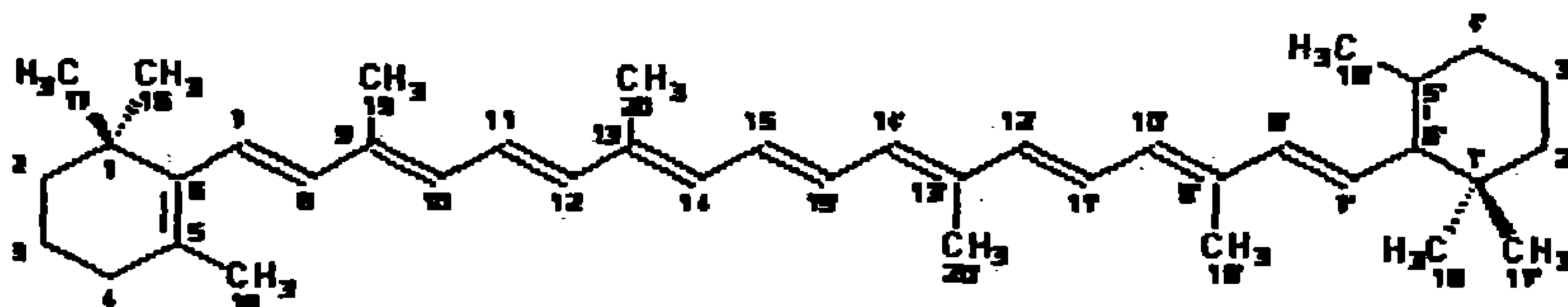
جدول (9) كمية المواد الملونة المستعملة في بعض الاغذية

الصنف الغذائي	تركيز الصبغة ملغم \ كغم	ملغم \ كغم
حلويات الكرامل	400-10	100
المشروبات	200 – 5	75
الحبوب	500 – 200	350
Maraschino cherry	400 – 100	200
Pet food	400 – 100	200
ايس كريم	200 – 10	30
صومج	500 – 40	125
وجبات سريعة snake	500 – 25	200

انواع الكاروتينات

بيتا – كاروتين β-carotene: وهو كاروتين يحتوي حلقتين من β-ionone مرتبطة مع أربع سلاسل من وحدات isoprene ويكون مشابه تماما إلى ألفا ماعدا أن الاصرة المزدوجة في الحلقة الثانية تكون بين ذرات الكربون الخامسة والسادسة وهو ذو لون برتقالي في الغذاء، يعطي جزيئتين من فيتامين A وهو الكاروتينويد الرئيسي في الخضراوات الورقية الخضراء ويمكن الحصول عليه بشكل بيتا – أبو- ‾8 - كاروتينال من الطحالب من جنس Dunaliella salina أو من عمليات التخمر مع العفن من جنس Blakeslea trispora أو بواسطة استخلاص المذيب للنباتات مثل Lucerne الذي يستعمل كمضافات غذائية، علفية ودعم الأغذية ومود غذائية–

دوائية وهو يوجد بشكل محاليل أو معلقات أو محاليل زيتية ومساحيق منتشرة في الماء وان البلورات الجافة نادرة الاستعمال المباشر بسبب ضعف صفات قابلية الذوبان والذي يمكن أن تطبق بسبب انتشارها في الماء أو الزيت ويستخلص من مصادرة بواسطة الهكسان، الايثانول وزيت الخضراوات ويوجد مصاحب للكاروتينات الاخرى مثل الفا كاروتين ويستخدم في مدى واسع من التطبيقات مثل المشروبات، الحلويات السكرية، الايس كريم، المثلجات المائية، منتجات الألبان، مستحضرات الفاكهة والمعجنات الذي تملك قابلية ثبات جيدة تجاه الحرارة، الضوء والأس الهيدروجيني وتطبيقاتها محدودة بسبب سعرها وان معظم بيتا



β -carotene

كاروتين التجاري المطبق اليوم يكافئ الى ذلك الموجود في الطبيعة وهو أحد المكونات الاساسية للزبد، المارجرين، الاجبان، الايس كريم، اليوغارت، اللون الذي يحصل عليه في مدى من الأصفر الى البرتقالي مثل، β-apo-8⁻ -carotenoic acid واسترات المثيل اوالاثيل الذي تعطي لون اصفر الى برتقالي اعتمادا على التركيز بينما β-apo-8⁻ -carotenal الذي تعطي لون اصفر الى احمر(جدول -10) و canthaxanthin ذو لون برتقالي– أحمر(جدول -11) ويستعمل بتركيز 2– 50 جزء بالمليون وان بيتا كاروتين يمكن ان يكون بشكل اصرة tail الى tail من اثنين من فيتامين A ويعطي جزيئتين من فيتامين A وهو الكاروتينويد الرئيسي في الخضراوات الورقية الخضراء وان معظم بيتا كاروتين المطبق اليوم بواسطة التخليق في الجزيئة يكافئ الى ذلك الموجود في الطبيعة، هناك العديد من المصادر الطبيعية المتوفرة والذي يزداد استعمالها لاستبدال الأنواع الصناعية وان بيتا كاروتين المنتج لغاية 10% من الوزن الجاف من الطحالب الدقيقة من جنس Dunaliella salina الذي يربط التركيب الضوئي مع التخمر الميكروبي وينقى من الطحالب المجففة بواسطة سلسلة من الخطوات التصنيعية منها التركيز، معاملة الإنزيم، الاستخلاص، التصبن، التبلور

الجزئي والانتشار في الزيت بتركيز من 20 -30% وان بيتا كاروتين يحصل عليه من عمليات التخمر مع العفن من جنس Blakeslea trispora.

جدول (10) استعمالات الكاروتينويدات المخلقة β-apo-8¯ -carotenoic acid و β-apo-8¯ -carotenal، أسترات المثيل أو الاثيل

أقصى مستوى	الغذاء
10 ملغم \ كغم	الفواكه
GMP	خضراوات مجففة، اعشاب بحرية، جوزيات أو للأسماك
500 ملغم \ كغم	الدواجن
GMP	معجنات
100 ملغم \ كغم	عصير فواكه مبستر في قناني أو معلب أو رحيق، مركزات سائلة أو صلبة من رحيق، الخضراوات

GMP تضاف حسب ذوق المستهلك

نوعين من الفطريات تمسح في نسبة معينة وكميات كبيرة من بيتا كاروتين الذي تخلق في ظروف هوائية وان بيتا كاروتين يتم استرجاعها بواسطة مستخلصات المذيب، التنقية، التركيز والتبلور للحصول على أما بيتا كاروتين بلوري مع نقاوة أكثر من 96% أو 30% معلق في الزيت وبيتا كاروتين مخلوطة كمنتجات ذائبة في الزيت والماء في عدد من القوى المختلفة وهي مناسبة تقنيا في مدى واسع من

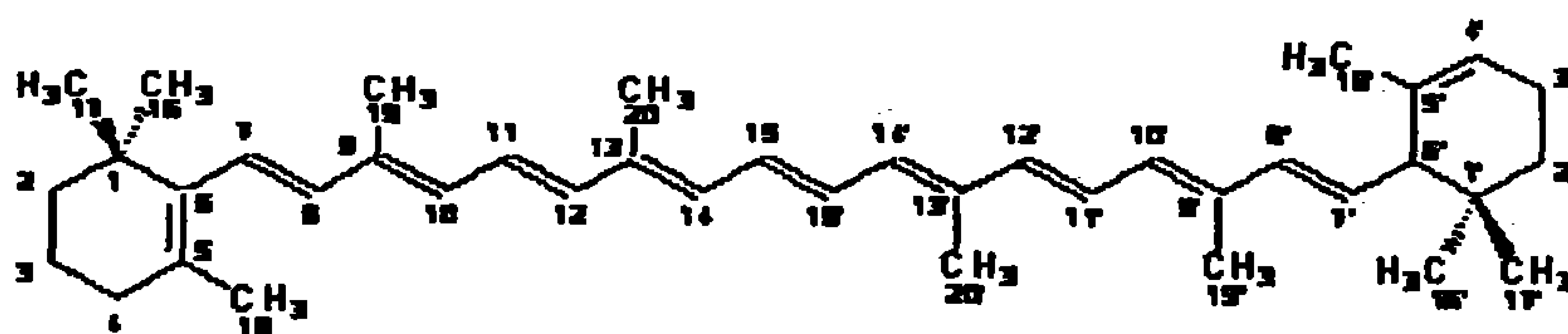
جدول (11) استعمالات cantaxanthin

أقصى مستوى	الغذاء
GMP	الجبن
GMP	فواكه
GMP	مستحضرات الفاكهة، حليب جوز الهند
50 ملغم \ كغم	حلويات صلبة وطرية
GMP	معجنات
100 ملغم \كغم	لحوم اسماك، دواجن، game
GMP	سمك مطبوخ ومجمد، شرائح سمك، منتجات سمكية

سمك مقلي ومنتجات سمكية	200 ملغم \ كغم
سكر ابيض وشبه ابيض، فركتوز، كلوكوز، زايلوز، محاليل سكرية	GMP
وعصائر سكرية، سكر محول، مولاس،	GMP
سكريات وعصائر أخرى مثل السكر الأسمر الأعشاب، البهارات،	GMP
التوابل الصلصة والمنتجات المشابه لها	GMP
منتجات بروتينية	100 ملغم \ كغم
رحيق الفاكهة المبسترة في القناني والعلب	100 ملغم \ كغم
المشروبات غير الكربونية	5ملغم \ كغم
البيرة ومشروبات الشعير	5ملغم \ كغم
النبيذ	5ملغم \كغم
مشروبات روحية أو مسكرة	5ملغم \كغم
الوجبات السريعة، البطاطا، الحبوب، أو منتجات نشوية	5ملغم \كغم
أغذية مركبة مثل برمة، فطيرة، لحم مفروم	GMP

التطبيقات مثل المشروبات، الحلويات السكرية، الايس كريم والمثلجات المائية ومنتجات الألبان، مستحضرات الفاكهة، المعجنات الذي تملك قابلية ثبات جيدة تجاه الحرارة، الضوء والأس الهيدروجيني وتطبيقاتها محدودة بسبب سعرها.

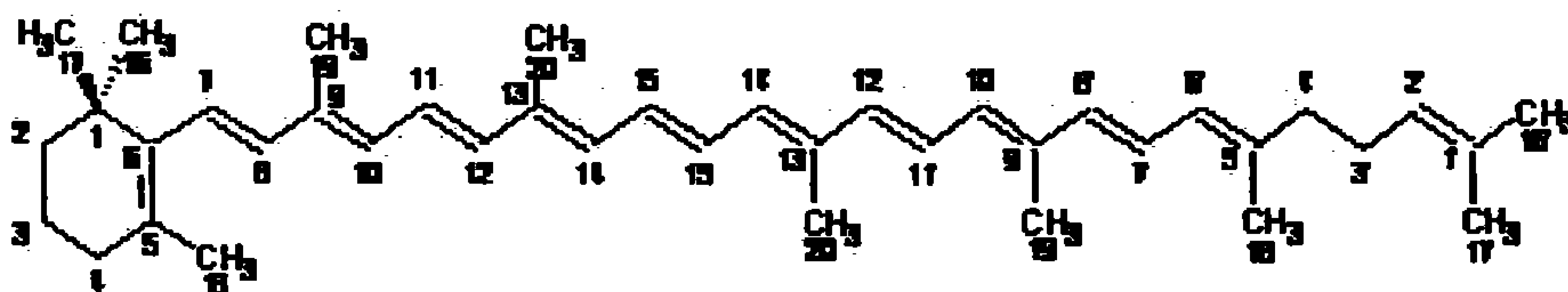
ألفا - كاروتين α-carotene: يملك حلقتين من ألفا -اونيون α-ionone مرتبطة مع أربع سلاسل من وحدات isoprene حيث أن الآصرة المزدوجة في الحلقة الثانية تكون بين ذرات الكربون الرابعة والخامسة وهو كاروتين ثنائي الحلقة وذات لون اصفر.



α-carotene

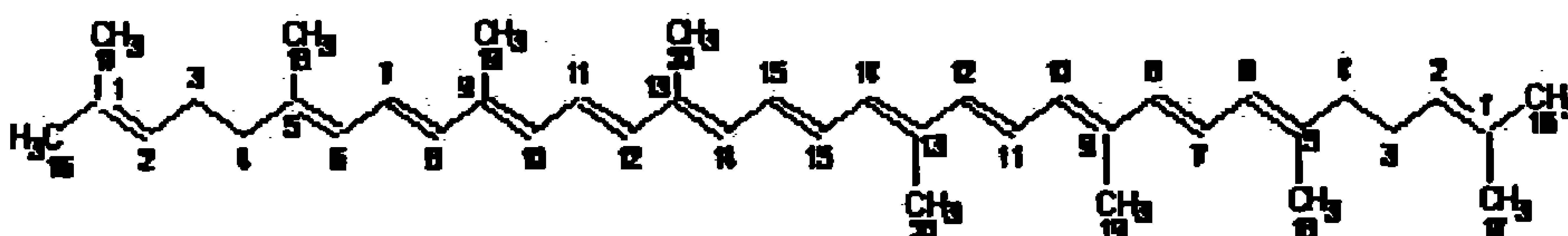
كاما - كاروتينγ-carotene: يكون مشابه تماما إلى بيتا - كاروتين الذي يكون فيه الحلقة الثانية مفتوحة ما بين ذرتي الكربون الأولى والسادسة ولا تبقى فيه

إلا حلقة واحدة من β-ionone تجعله يفقد فعاليته كليا أو جزئيا أي قد يفقد 50% من فعاليته.



γ-carotene

اللايكوبين lycopene: يشبه بيتا - كاروتين إلا أن كلا الحلقتين تكونا مفتوحتين بين ذرتي الكربون الأولى والسادسة ويكون فعال حيويا ومحتواه في 6 مجاميع ناضجة من الطماطة تختلف في اللون والعلاقة مع قياس اللون السطحي بواسطة جهاز Minolta chroma meter وهو الصبغة الرئيسية في الطماطة وانه يكون ثابت تماما في الطماطة إلا انه يكون غير ثابت عندما يستخلص وينقى، موجود في العديد من الفواكة مثل البابايا والطماطة الحمراء من جنس Lycopersicon esculentum وهو ذو لون احمر ويكون كمكون غذائي وتستعمل مستحضراته كمواد ملونه غذائية وصيدلانية وكمواد ملونة بسبب طعمها القوي.



Lycopene

ب. الزانثوفيلات: وهي مركبات هيدروكربونية تحتوي على أوكسجين في صورة مجموعات هيدروكسيل، كربوكسيل أو أيبوكسي، الزانثوفيلات الذي تتركب كيماويا من 8 وحدات من الايزوبرينويدات المرتبة حول ذرات الكربون والذي تكون حلقية في نهايات هذا التركيب يسمح لتكوين عدد كبير من المشتقات مع 500 كاروتينويد معروف وهي تتكون من الكربون، الهيدروجين وأوكسجين إضافي مثل الليوتين، الزيازانثين وتكون صفراء اللون وان عملية الاسترة الذي لا تؤثر على الصفات اللونية للصبغات لها علاقة الى السعة العالية

لزيادة تجمع الكاروتينويدات في حالة الفاكهة وان التجاذب القوي للبذور يزيد من نجاح التكاثر وان أسترة الزانثوفيلات لها علاقة مع تخليق الكاروتينات في الفواكه الناضجة وهي حقيقة تستعمل لبرهنة تخليق الكاروتين غير الاعتيادي في الزيتون ومن الزانثوفيلات هو spirilloxanthine ومن الامثلة لها هو lutein الموجود في اوراق النباتات والكريبتوزانثين في الذرة الصفراء وهي تشترك مع الصبغات الرئيسية الاخرى في اعطاء اللون في النباتات وطبيعة الهيدروكربونات في السلسلة تشير بان وجاميع الهيدروكسيل في الزانثوفيلات تجعلها قطبية وأكثر ذائبة في الايثانول من الكاروتينات.

- فايولاكسانثين **violaxanthin** وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون اصفر.
- الكريبتوزانثين **cryptoxanthine**: هو بيتا كاروتين فيه مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الثانية للبيتا- كاروتين وذات لون اصفر – برتقالي بينما بيتا كربتوزانثين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون برتقالي.
- الكابسانثين **capsanthin**: وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة ذو لون احمر يمكن الحصول عليه من الشطة paprika من جنس Capsicum annuum، الشطة هي أقدم مادة ملونة وبهارات ولونها احمر عميق وهي مسحوق لاذع محضر من البراعم والقرون المجففة للفلفل الحلو الذي تنمو في اسبانيا، مركز أوروبا، أمريكا، آسيا وإفريقيا الذي تحتوي capsanthin,capsorubin وان المستخلص الذائب الزيتي الاحمر يحصل عليه باستعمال الهكسان كمذيب هو oleoresin بينما cayenne أو cayenne منتجة من أصناف مختلفة من C.annum وهي غالبا ما تكون أكثر حدية وان الجنس C.frutescens هو مصدر للصاص اللاذع جدا وان الشطة تجهز الطعم واللون وتستعمل الصبغة في الأغذية بشكل بهارات مثل البزا، الصلصة salsa، اللحوم، الشوربة، الصوصج، السلاطة، الاجبان المصنعة، السلاطة والوجبات السريعة، صناعة الأغذية لأغراض التلوين والطعم الذي يعطي لون احمر – برتقالي ومذاق مميز، سميتها منخفضة جدا وان زيادة الجرعة عن 11 غم/كغم يسبب السمية.

- استازانثين **astaxanthin**: تستعمل كمضافات غذائية وعوامل دوائية غذائية وتوجد بحالة محاليل أو معلقات أو حالات منتشرة في الزيت أو الماء ومنتجات مجفدة، مصدرها من جنس .Haematococcus sp تستعمل كمصدر تصبيغ في السالمون و trout وتستعمل كمضافات لون في علف سمك السالمون salmonid وكمضادات الأكسدة ومولدات الهرمونات، ومولدة لفيتامين A، زيادة المناعية، التكاثر، النمو، الطفرة، الحماية الضوئية مكونات غذائية – دوائية كغذاء احمر طبيعي في اليابان وبعض دول أوروبا.
- كروسيتين **crocetin** وكروسين **crocin**: وهي بهارات غالية جدا تستعمل كبهارات، كمواد ملونة غذائية، كغذاء خاص بسبب كلفتها العالية وكمنتجات صيدلانية ويحصل عليها من الزعفران Saffron من جنس Crocus sativus، وان cocin هو أسترات كلايكوسيل من crocetin، صبغة crocin ذات لون اصفر– برتقالي تكون ذائبة في الماء الساخن ويكون اقل ذوبان في الكحول بينما crocetin قليل الذوبان في الماء واكثر في المذيبات العضوية وتستعمل كبهارات مع صفات تلوين في مستويات من 1-260 جزء بالمليون في مدى واسع من أنواع مختلفة من الأغذية مثل المعجنات، مستحضرات الحلويات، الشوربة، الحلويات، المشروبات الكحولية وغير الكحولية وقوة التلوين تعزى الى الكاروتينويدات الذائبة في الماء وقابلية الذوبان العالية لصبغة الزعفران في الماء وتعتبر الهند وإيران هي المجهز الرئيسي في العالم إلا أن نوعيته لا تكون مرتفعة كما في اسبانيا وهو ينمو في اليونان وآسيا وفي العديد من دول ان تركيز الصبغة الكلي من 11- 17% مقدرة بواسطة طيف الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي 440 نانوميتر وهي تعطي لون اصفر نقي للرز والأغذية الأخرى (جدول -12) ويستعمل السافرون للنكهة واللون لمقاومة ضوء الشمس، العفن والاس الهيدروجيني وهي تملك سعة صبغ عالية ولا يسبب مشاكل في تجهيز الغذاء.
- الليوتين **Lutein**: وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وهو الفا كاروتين فيه مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الثانية للالفا- كاروتين وهو مستخلص لمذيب وريقات الزهرة المجففة من الأقحوان من Tagetes erecta الذي تتركز وتنزع منها الرائحة وهي مشتقة من حشائش ألجت كمنتج

ثانوي لمستخلص الكلوروفيل وبعد الاستخلاص يمكن تعليقها في زيت خضراوات او تنشر في الماء بإضافة المستحلب وان الليوتين يعطي لون اصفر عند التطبيق إلا إنها لا تنتشر على نطاق واسعة في الغذاء ومن محاسنها إنها تغطي على الكركم وهي تستعمل في المشروبات والحلويات السكرية عندما تكون قابلية ثباتها قليلة جدا وتستعمل كمادة ملونة وتملك صفات تغذوية وتستعمل كمكونات فعالة في المنتجات الصحية.

جدول (12) درجة نوعية الزعفران على أساس اللون في امتصاصية 440- نانوميتر

النوع	الامتصاص
I	190
II	150
III	110
IV	80

- **زيازانثين zea xanthine**: وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذو لون اصفر – برتقالي وهو بيتا– كاروتين فيه مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الأولى والثانية ويحصل عليه من زهرة الاقحوان ويستعمل كمضافات وصبغة الى علفية للدواجن لإنتاج بيض بأفضل صبغة لأسماك، وريقات التويجات تملك محتوى مرتفع مع قيم مرتفعة أكثر من 8 غم\كغم من الوزن الجاف وهو يوجد بحالة oleoresin الذي يحصل عليه بواسطة استخلاص الهكسان وتستعمل في منتجات الألبان والمعجنات والعصائر.
- **بيتا- زيازانثين**: β-zeaxanthine هو كاما – كاروتين لا يوحد فيه الرابطة المزدوجة في الحلقة الثانية من السلسلة.
- **الانثرازانثين**: في أجزاء السداة المحتوي على اللقاح anthers ووريقات التويج petals للعديد من الإزهار الصفراء وكذلك في الفواكه والخضراوات.
- **بكسين ونور بكسين Bixin,norbixin**: توجد في بذور الاناتو من Bixa orellana.
- **كابسوريوبين Capsanthin, capsanthin -5,6-epoxide,capsorubin**: توجد الفاكهة الناضجة في جنس capsicum annuum.

- كيوكربيتازانثين- أ cucurbitaxanthin A: توجد في pumpkin من جنس Cucurbita maxima
- لاكتوكازانثين Lactucaxanthin: توجد في أوراق الخس lettuce من جنس Lactuca sativa.
- الليوتين، violaxanthin و neoxanthin: توجد في الفواكه الخضراء، الخضراوات والإزهار.
- Luteoxanthin, neochrome, auroxanthin: توجد في الخضراوات والفواكه المصنعة تحت ظروف حامضية وتخمر.
- روبيزانثين Rubixanthin: توجد في rose hips من جنس .Rosa spp

2. حسب التركيب الحلقي:

أ. مركبات غير حلقية: مثل صبغات اللايكوبين غير الحلقية اي ان اللايكوبين الذي لا يحتوي اي تركيب حلقي.

ب. مركبات احادية الحلقة: الكاروتينويدات أحادية الحلقة الذي تحتوي على حلقة واحدة مثل كاما – كاروتين الوحيد الحلقة.

ج. مركبات ثنائية الحلقة: مثل صبغات الفا-كاروتين والبيتا-كاروتين الثنائية الحلقة.

3. حسب الصفات الوظيفية: تقسم الى كاروتينويدات أولية وكاروتينويدات ثانوية.
4. حسب وجود او عدم وجود الجينات: ويمكن تصنف التراكيب الكيماوية للفواكه الى العديد من المجاميع إلا أن التميز بينها لا يكون واضح وان التصنيف يبقى المستعمل والمبني على أساس وجود أو غياب الجينات لتخليق الكاروتينويدات وان المجاميع العامة الذي إليها الفواكه يمكن تصنيفها على أساس التركيب الكيماوية للكاروتينويدات هي:

1. المجموعة I: توجد بكميات غير معنوية.
2. المجموعة II: كميات قليلة من الكاروتينويدات الكلوروبلاست.

3. المجموعة III: توجد بكميات كبيرة نسبيا في الليوكوبين ومشتقاته الهيدروكسيلية.
4. المجموعة IV: توجد بكميات كبيرة نسبيا من بيتا، بيتا -كاروتين ومشتقاته الهيدروكسيلية.
5. المجموعة V توجد بكميات كبيرة من الابوكسيدات الفيورانويدية furanoid.
6. المجموعة VI توجد بكميات غير اعتيادية من الكاروتينويدات مثل capsanthin.
7. المجموعة VII: توجد بشكل poly-Z carotenoids مثل prolycopene.
8. المجموعة VIII: توجد بشكل apocarotenoids مثل β-citraurin

تسمية الكاروتينويدات: تسمى بأسماء تجارية الذي تشتق من أول مصدر حيوي لعزلها مثل بيتا كاروتين الذي يمكن عزله من الجزر وان أفضل نظام متطور لثبات العلاقة بين الاسم والتركيب البنائي وان التسمية شبه النظامية تشير ان جزيئه الكاروتينويد بشكل نصفين ويمكن توضيح نظام الترقيم وان كل مركب يكون مسمى كمشتق للكاروتين الأم وتستعمل الكلمة الإغريقية لوصف مجاميع النهاية من التركيب البنائي وهي التراكيب النهائية الحلقية وغير الحلقية وتستعمل مقاطع ومختصرات للدلالة على موقع الهيدروجين والمجموعة البديلة الذي تستعمل تلك التسمية مع بعض التركيب البنائية.

مستخلصات الكاروتينويدات: المستخلصات من الجزر تحتوي حوالي80% بيتا كاروتين ولغاية 20% ألفا كاروتين مع كميات قليلة جدا من مركبات أخرى هي الليوكوبين وان زيت النخيل يملك تركيز مرتفع من صبغات الكاروتينويدات وهي مواد ملونه فعالة والمستخلصات من قشور الحمضيات تملك مواد ملونة برتقالية بشكل عصير برتقال والمستخلصات من الأقحوان marigold تستعمل كمواد ملونة في علف الدواجن والمستحضرات من الطماطة تعطي مكونات طعم.

وظـائف الكاروتينويـدات: تلعـب دوراً مهمـاً في الطبيعـة ومـن وظـائف الكاروتينويدات هي الوظيفة الإحيائية ecological function حيـث يـرتبط اللـون مع التكاثر مثل لون البذرة تهاجمها الحيوانات الـذي تنشـر فيهـا، التخليـق الحيـوي في عمليـات الحصـاد الضـوئية لان الحاميـات الضـوئية في جهـاز التركيـب الضـوئي، دورة الزانثوفيل للحماية ضد التلف الضوئي، مضاد الأكسدة كدور لحمايـة للكاروتينويـدات وهو ارتباطها مع النشاط المضاد للأكسدة، تثبيط أنظمة التعرف على الخلايـا والـذي تعرف صبغات الحصاد الضوئي بالإضافة الى محفزات الضوء في معقدات التركيب الضوئي وتسـتعمل كمضـافات غذائيـة واسـتعمالها مسـموح في مختلـف المنتجـات الغذائيـة في الأنسجة النباتية الخضراء، فأن الزانثوفيلات هي شكل حر كنتيجـة لشـيخوخة الأوراق وإنضاج العديد من الفواكه حيث يتم نقل الكلوروبلاستات الى الكروموبلاستات.

ثانيا: اريدويدات Iridoids: وهي مركبات توجـد في النباتـات ذو الفلقـتين dicotyledonous مثل الزعفران saffron من صنف Crocus sativus وفاكهـة cape jasmine من صنف Gardenia jasminoids Ellis الذي تكـون معروفـة النباتات الحاوية iridoid وعدد كبير منها أمكن التعرف عليها من المصادر المختلفة ويمكـن الحصـول عليهـا بكميـات كـبيرة مـن فاكهـة gardenia أو Cape jasmine وفاكهة gardenia من جـنس Gardenia jasminoides الـذي تحتـوي 3 مجـاميع من الصبغات هي crocins, iridoids,flavonoids وهذه الأجناس المختلفة تكون ذات علاقــة نباتيــة قريبــة مــن بعضــها بســبب امتلاكهــا صــبغات متشــابه وأن geniposides مـن gardenia تملـك بعض الصفات السمية بسـبب aglycone genipin المنتج بواسطة التحلل المائي لمادة geniposides وهي أمينة للاستهلاك البشري كمادة غذائية ملونة وان iridoid تتفاعل مع الأحماض الامينية أو البروتينات لإنتاج مدى من الالون من الأخضر الى الأصفر، الأحمر والأزرق وهي تنتج لون أحمر وأزرق وقابليـة ثباتهـا تجلـب انتبـاه صـناع الأغذيـة وان تفاعـل حـامض geniposidic مـع الأحمـاض الامينيـة الارجـنين وحـامض الكلوتاميـك مـع زيـادة مـن جزيئـات متعـددة المنتجة لحامض الستريك من اللون المحمر – الشاحب وهذه الجزيئات المتعـددة تكـون ذائبة في الماء وتظهر قابلية ثبات جيدة في مدى من الأس الهيدروجيني من 3- 8 الـذي تملك قابلية ثبات حرارية جيدة في أس هيدروجيني 3 و4 وتكون حساسة للضوء وهـي

مصدر الصبغات لصناعة الغذاء وان الجزيئات المتعددة من الكلايسين- geniposide الذي تحسن من قابلية الثبات الضوئية وهذه الصبغات غير مسموح استعمالها في الكثير من الدول التفاعل مع الإحياء المهجرية المنتخبة يمكن تحليل المركبات لإنتاج genipin الذي تتفاعل بسرعة مع الحامض الاميني taurine لإنتاج لون ازرق جذاب وان صبغات Gardenia تستعمل مع الحلويات، الايس كريم، بعض أنواع المعكرونيا، البيض الطازج السكاكر، المثلجات، بيض السمك، الفاصوليا، بدائل الأسماك المجففة وغيرها من الأغذية.

ثالثا: مركبات نتروجين – حلقية غير متجانسة N-heterocyclic

1. البيورينات: مثل الكوانين quinine وتكون صفراء، ذهبية وفضية توجد في كل الكائنات الحية لأنها عناصر تركيبية للجزيئات الكبيرة مثل DNA, RNA وأهمية البيورينات الحرة هي عوامل تلوين محدود لبعض الحيوانات وبعضها مثل الكوانين، الزانثين وحامض اليوريك الذي تتجمع في الأسماك مما تكون بلورات أو حبيبات دقيقة وهذه التراكيب البنائية مسؤولة عن الألوان مثل الأبيض، اللون ألكريمي والألوان الفضية مثل الذهبي والفضي في الأسماك وهي من مكونات DNA,RNA وظيفتها هي حفظ ونقل المعلومات الوراثية.
2. البتيرينات pterins: بيضاء – صفراء تنتشر على نطاق واسع في الصبغات الحلقية غير المتجانسة النتروجينية وتوجد في الطبيعة في كل إشكال الحياة وهي تعزى الى اللون البيض، ألقشطي، الأصفر والحمر في العديد من الحشرات مثل اللون في الأجنحة للفراشات الجميلة و moths أي اللون الأصفر البراق في wasps بسبب الزانثوبتيرين xanthpterin وتعزى الى اللون في عيون الفقريات وإدرار الإنسان والبكتريا من جنس Lactobacillus casei, Streptomyces faecalis R وهي عوامل مرافقة في تخليق مجاميع أخرى من الصبغات مثل commochromes وتخليق الحامض الاميني التربتوفين من خلال kynurenine, xanthommatin وهي صبغات حمراء أو سمراء شائعة جدا في عيون الحشرات ونقصها في المسالك الصناعية هو الأساس لعدد من الطفرات في لون العين في جنس Drosophila melanogaster وان معظم البتيرينات

الطبيعية تملك مجموعه أمين في ذرة الكربون الثانية ومجموعة هيدرو كسيل في ذرة الكربون الرابعة وان 2، 4- ثنائي هيدرو بتيريدينات من المكونات المهمة في التخليق الحيوي للفلافين وهي من مكونات:

أ. **Rhizopterin** وهي عامل نمو لجنس Streptomyces faecalis
ب. **Pteroyl-glutamic acid** وهي عامل نمو لجنس Lactobacillus casei والدواجن
ج. حامض الفوليك: نقل مجاميع المثيل

3. **الفلافينات flavins**: تتضمن الرايبوفلافينات تكون صفراء وهي مركبات منتشرة على نطاق واسع ومهمة في إنتاج الطاقة والتنفس الخلوي وهي عوامل مرافقة للإنزيمات مثل نترات ريديكتيز وبيروفيت ديكاربوكسيليز الذي تكون مسؤوله عن تفاعلات الأكسدة والاختزال وهي عوامل نمو وخاصة حامض الفوليك في تطور النباتات واستهلاكها من قبل المرأة الحامل يودي لمنع عيوب الولادة، تخلق بواسطة كل الخلايا الحية كالإحياء الدقيقة والنباتات، الرايبوفلافين هو المركب الرئيسي لهذه المجموعة يوجد في الحليب، أوراق الخضراوات واللحوم والأسماك، لا تعمل كعوامل ملونة في الكائنات الحية إلا في عدد قليل من الفتريات البحرية الملونة باللون الأصفر، الرايبوفلافين فيتامين أساسي للحيوانات وهو مركب حلقي غير متجانس نتروجيني مهم في تركيب flavin adenine mono nucleotide (FMN), flavin adenine dinucleotide(FAD).

4. **الفينازينات phenazines**: تكون صفراء – شاحبة توجد في البكتريا وأكثر تخصص في بعض أجناس pseudomonas و streptomyces وبصورة عامة فإنها تعطي اللون الأصفر إلا إنها تعطي اللون الأزرق العميق بواسطة pycoanine والأزرق- البنفسجي بواسطةiodinin.

5. **الفينوزازينات phenoxazines**: صفراء- حمراء توجد في الفطريات والحشرات ولها علاقة مع الفينازينينات وهي تعطي الألوان الأصفر، الذهبي – الأصفر والأسمر الداكن وفي الحيوانات الفترية تتمثل بواسطة مجموعه تسمى ommochrome و xanthommatin الاصفر، بعض الإحياء المجهرية تنتج phenoxazines الذي يظهر نشاط مضاد حيوي وان Streptomyces spp، تنتج phenoxazine

وردي – احمر يسمى actinomycin وهو مضاد حيوي وchromopeptide ذات أهمية تجارية وظائفها عكسية وان الأدنين والكوانين هي قواعد نتروجينية بيورينية رئيسية في الأحماض النووية RNA, DNA

6. البيتالاينات **betalains**: وهي بيتا سيانينات ذو لون احمر وبيتا زانثينات ذات لون اصفر وتستعمل البيتالاينات كمواد ملونه غذائية وهذه الصبغات تعود الى النباتات من عائلة Centrospermae واكثر تخصص النباتات مثل جذور البنجدر الذي تحتوي كلا الصبغات الحمراء مثل بيتا سيانينات والصفراء بيتا زانثينات وهي صنف من الصبغات النتروجينية النباتية الحمراء والصفراء الذائبة في الماء بسبب تشابهها الى الانثوسيانانات الذي تحتوي تقريبا 50 صبغة حمراء يطلق عليها betacyanins و20 صبغة صفراء يطلق عليها betaxanthins واعتمادا على التراكيب التارجحية توجد في عشرة عوائل من رتبة Caryophyllales وان الأغذية الحاوية بيتالاينات هي البنجر الأحمر من نوع Beta vulgaris وchard من جنس B. vulgaris، فاكهة الصبار cactus من جنس Opuntia ficus-indica وpokeberry من جنس Phytolacca Americana وهي تحدث أيضا في الفطر السام من جنس Amanita muscaria حيث تم عزل amaranthine-1 betacyanins من جنس Amaranthus tricolor، وbetanin من جنس Beta vulgaris وgomphrenin-1 من جنس Gomphrena globosa و betaxanthins miraxanthin من ازهار من جنس Mirabilis jalapa، vulgaxanthin-1, II من جذور البنجر الاحمر من جنسB.vulgaris و portulaxanthin من تويجات من جنسPortulaca grandiflora وان الأغذية النباتية فقط تحتوي betacyanins في البنجر الأحمر Beta vulgaris، بنجر chard من جنس Beta vulgaris والفواكه الحمضية من جنس Opuntia ficus-indica وpokeberries الذي لا تؤكل والموجودة طبيعيا في بعض النباتات، هناك مجموعتين منه هي betacyanins red وyellow betaxanthins، الصبغة الرئيسية للبنجر الأحمر هو betanin يحتوي البنجر betacyanins وbetaxanthins ونسبتهما تعتمد على الصنف وبعض الأصناف تحتوي فقط betaxanthins yellow لتكوين تراكيب من المواد الملونة من الأصفر الى

الأحمر وان اقصى امتصاص يحدث في 538 نانوميتر بواسطة الاس الهيدروجيني وتحويله الى 535 نانوميتر في اس هيدروجيني 2 والى 544 نانوميتر في اس هيدروجيني 9 وتفاوت قابلية الثبات للبيتالاينات تعطيها بعض الفوائد الرئيسية مقارنة الى الانثوسيانانات كمادة ملونه في العديد من الاغذية وان قابلية ثباتها يتاثر بواسطة العديد من العوامل وهي حساسيتها للحرارة، الاوكسجين، نشاط الماء الذي يحدد استعمال الغذاء وهي حساسة الى الضوء، الايونات المعدنية الموجبة، القلوي، الاس الهيدروجيني وهي اقل حساسية الى تغيرات الأس الهيدروجيني من الانثوسيانانات وتتفاوت قيمة اللون hue الذي يكون ثابت في المحاليل مع الأس الهيدروجيني بين 3,5 و7 وان إضافة القلوي يحطم اللون الأحمر وتسبب هدم الصبغات وثابته نسبيا للتغيرات في الأس الهيدروجيني مقارنة الى الانثوسيانانات مما يجعلها مهمة للغذاء في مدى أس هيدروجيني من 5 – 6 وان البيتالاينات الحمراء والصفراء متغيرة حراريا مع أو بدون وجود الأوكسجين ويتم هدمها بواسطة الضوء وعندما يغلى البنجر فأن البيتالاينات ترشح الى ماء الطبخ، التسخين يعيد الصبغة السمراء وان المعادن موجبة الشحنة مثل الحديد، النحاس، القصدير والألمنيوم تعجل من الهدم وان نشاط الماء يؤثر على قابلية ثبات البيتالاينات أو لون المنتجات الحاوية تلك الصبغات وبصورة عامة فأن أعظم قابلية ثبات البيتالاينات في الغذاء أو الموجودة مع تعرض الى الضوء، الأوكسجين والرطوبة العالية وفي هذه التحديدات فأن البيتالاينات تستعمل لتلون المنتجات الذي تملك قابلية حفظ قصيرة والذي تعبأ لخفض التعرض الى الضوء، الأوكسجين والرطوبة العالية أو المعاملة الحرارية العالية والذي تسوق بحالة جافة وبالرغم من هذه التحديدات فأن البيتالاينات تستخدم في تلوين الايس كريم، اليوغارت، خليط الكيك، المثلجات الجيلاتينية بدائل اللحوم وصبغات البيتالاينات يمكن اختبارها باستعمال جرعه 50 ملغم/كغم أو 20000 جزء بالمليون بيتايين في الغذاء والعديد من الظروف الأخرى ولا تكون مسرطنة أو تأثيرات سامة وتستعمل مستخلصات البنجر كمادة ملونة أمينة لون البنجر الأحمر يحصل عليه من الجذور Beta vulgaris الذي يزرع في المناطق عالية الحرارة، pokeberry والفواكه الحمضية وتستعمل صبغات جذور البنجر بتركيز 0,1 – 1% في صناعة الحلويات، اليوغارت، الصوصج، الكيك، بدائل

اللحوم، المشروبات والمثلجات في الاغذية مع وقت خزن منخفض ولا تحتاج الى معاملة حرارية عالية خلال عملية التصنيع وهي ذائبة بسهولة في الماء الذي تعطي محلول اسود شليكي او لون كرزي ويمكن استعمال منتجات البنجر الأحمر في الصناعات الغذائية وحسب رغبة المستهلك وهي منتجات الألبان، الدهون والزيوت الأساسية الخالية من الماء، الفواكه الطازجة المعاملة سطحيا والخضراوات الأخرى، الطبخ الأولي، المنتجات الشبيه الى بعض أنواع المعكرونيا، اللحوم والدواجن ولحوم حيوانات الصيد الطازجة، المنتجات البحرية مثل الأسماك، البيض الطازج وأغذية الفطام للأطفال الرضع والأطفال في مرحلة النمو، عصير الفواكه والنبيذ وان الصبغات موجودة في جذور البنجر تتألف من مجموعه من الصبغات الحمراء ومجموعه من الصبغات الصفراء وفي معظم الأنواع من جذور البنجر فأن betanin الصبغة الحمراء هو المركب الملون الشائع الذي يشكل 75- 90% من اللون الكلي الموجود، صبغات البنجر يحضر تجاريا بشكل مركزات مجففة تحت تفريغ لغاية 60 - 65% مواد صلبة كلية وهي تصنف كعصير خضراوات الذي يكون مجفف بالرذاذ مع مالتودكسترين للحصول على مسحوق البنجر والمنتجات تحتوي من 0,3- 1% بيتالاينات، 75- 80% سكريات و10% بروتين او يحصل علية تجاريا بواسطة الكبس الهيدروليكي وان البيتالايين يسترجع اقل من 50% وهذه العملية يمكن تحسينها باستعمال الإنزيمات وان العديد من المشاكل المرتبطة مع مستخلصات البنجر الأحمر مثل قابلية تغاير اللون والطعم والنكهة الذي تشبه البنجر وكميات قليلة من الصبغات النقية اقل من 50 جزء بالمليون المحسوبة بشكل بيتانين اللازمة للوصول الى التفات في الالوان المرغوب لمعظم التطبيقات وان صفات قابلية الثبات تكون محدودة الاستعمال في الأغذية أو يستخلص عصيرها بواسطة وسيلة فيزياوية وتستمر العملية تحت ظروف حامضية وتركز بواسطة الترشيح الفائق ويبستر لإنتاج سوائل لزجة مع تركيز 0,5% بيتانين وهذا العصير يمكن تجفيفه بالرذاذ الى مسحوق مع محتوى بيتانين 0,35% ويستعمل المالودكسترين كمادة حاملة، البنجر الأحمر يعطي لون شليكي جيد في الايس كريم، منتجات الألبان، المربيات والجلي بالإضافة الى الحلويات السكرية الذي لا تتعرض الى معاملة حرارية عالية وهي ذات لون كثيف جدا ومستوى الجرعة منخفض وان الصبغة

تكون حساسة الى الهدم الحراري والأكسدة الذي تحدد استعماها ويمكن إزالتها بإضافة اللون بعد المعاملة الحرارية وقابلية ثباتها مرتفعة في أس هيدروجيني 4.5 ولون البنجر الأحمر لا يوصى به للتطبيقات القاعدية، التصنيف مبني على أساس خواص التركيب البنائي ويقسم الى مجموعتين هما betacyanins و betaxanthins مع ألوان حمراء – شاحبة وصفراء على التوالي لا تملك نظام حلقي عطري مرتبط الى ذرة النتروجين الأولى أو جزيئه السكر وان احد أنظمة التصنيف تتضمن مجموعتين من المواد الملونة الطبيعية هي الفينالونات مثل التوميريك، كركمين وانتراكوينون مثل كارمين وكوشينال ومن المواد الملونة الذي تحدث طبيعيا مثل الرايبوفلافين وكل مجموعه من الصبغات تتميز بواسطة أجزاء R_1-N-R_2 وأكثر من 50 بيتالاينات كلها مع نفس التركيب البنائي الأساسي وهي مجاميع R_1 و R_2 الذي يمكن أن تكون هيدروجين، مجموعة عطرية أو بدائل أخرى، لون البيتالايين يعزى الى رنين الأواصر المزدوجة وعندما التركيب البنائي الأساس يكون مستبدل مع النوية العطرية فان التغير في أقصى امتصاص من 540 نانوميتر (احمر – شاحب للبيتالايينات مثل بيتانيدين) الى480 نانوميتر (بيتالاينينات صفراء مثل miraxanthin-II) الذي يمكن ملاحظتها وهناك عدد كبير من البيتالاينات يمكن تكوينها مع نفس جزء dihydropyridine بواسطة الارتباط مع العديد من مركبات الأمين مثل الأحماض الامينية وان مجموعة R_2 في vulgaxanthin-I الذي يحصل عليه من جنس B.vulagris المشتق من حامض الكلوتاميك وان اختلاف البيتاسيانينات المرتبطة مع ارتباط التراكيب البنائية الأساسية (البيتانيدين هي الأكثر أهمية بعد ايزوبيتانيدين وان الابيمير C15 مع مجاميع كلايكوسيل وأسيل مختلفة مرتبطة بواسطة مجاميع هيدروكسيل في المواقع 5 و6 وان جزء الكلايكوسيل الأكثر شيوعا هو الكلوكوز مع انه يمكن حدوث sophorose و raamnose إلا انه اقل تكرارا وان مجاميع الأسيل الأكثر أهمية هو حامض الكبريتيك، حامض المالونيك، 3-هيدروكسي-3- مثيل حامض الكلوتاميك، حامض الستريك، بارا- كوماريك، الكافيئيك، ferulic,sinapic (جدول-19)، البيتالاينات تكون محددة الى النباتات الراقية الى رتبة Caryophyllales حيث تم التعرف على عشرة عوائل منتجة للبيتالايينات هي Aizoacea

,Amaranthaceae ,Basellaceae.Cactaceae ,Chenopodiaceae ,Didieraceae ,Holophytaceae ,Nyctaginaceae ,Phytolaccaceae و Portulacace البيتالاينات تكون موجودة في أعضاء نباتية مختلفة وهي تتجمع في حويصلات الخلية vacuole بصورة رئيسية في الأنسجة الجلدية وتحت الجلدية (جدول-13) وهي بعض الأحيان تتجمع في سويقات stalks

جدول (13) توزيع البيتالاينات في التركيب البنائية

تركيب بنائي	اللون المنتج	المثال
الأزهار	احمر، اصفر، وردي، برتقالي	Arizoaceae,Portulacaceae
الفواكه	اصفر، احمر، شاحب	Prickly pear
الجذور	احمر –شاحب	Red beet root
القنابة	مدى واسع من الألوان	Bougainvillea spp.
البذور	اصفر، احمر	Amaranthus spp.
الأوراق والسيقان	مدى من الألوان	Teloxis spp.

مثل في الأجزاء تحت الأرض في البنجر الأحمر وهناك العديد من النباتات تجمع البيتالاينات إلا أن اثان فقط هما B.vularis و prickly pear من جنس Opuntia ficus–indica الذي تستعمل في الأغذية وهي توجد في الفطريات الراقية من جنس Amanita، Hygrocy.

7. يوميلانينات **eumelanins**: سوداء – سمراء.
8. فايوميلانينات **phaomelanins**: سمراء

رابعا: مشتقات البنزوبيران benzopyran derivatives

- الفلافونويدات **flavonoids**: الفلافونويدات تمثل اكبر صنف في المنتجات الطبيعية النباتية منخفضة الوزن الجزيئي وهي تلعب دوراً مهماً كمركبات دفاع وحماية من الأشعة فوق البنفسجية وكجزيئات إشارة في التكاثر والأمراض والمعايشة أو التكافل وهناك أكثر من 3000 فلافونويد مختلف في الصفات

كيماويا وهي صبغة حقيقية وهي تغطي مدى واسع من تفاوت الألوان مثل البرتقالي الى الأزرق في petals، الفواكه، الأوراق والجذور وتكون زرقاء – حمراء، صفراء – بيضاء، بيضاء قشطية، صفراء وتتوزع على نطاق واسع في النباتات الوعائية وهي تنتشر في الطبيعة والذي توجد في كل جزء من النباتات تقع في الخلايا الجلدية وهناك أكثر من 5000 فلافونويد مشخصة كيماويا وهي مرئية فقط تحت ضوء الاشعة فوق البنفسجية الى أن بعضها يظهر مظهر اصفر شاحب تذوب في الماء وتتضمن مجاميع فرعية عديمة اللون مثل ايزوفلافوتويدات، فلافونات، فلافونولات فلافنداپولات وهي مجاميع فرعية صفراء اللون مثل الجالكونات و aurones والانثوسيانات الملونة والتنينات المكثفة وصبغات phlobaphenes الذي تكون مسؤوله عن معظم اللون البرتقال، القرمزي، الشاحب، الأحمر، البنفسجي والأزرق وهي تتركب أساسا من تركيب بنائي مع بعض مجاميع الهيدروكسيل الذي من خلالها ترتبط جزيئات السكريات فالتراكيب البنائية للفلافونويدات الأساسية محورة بواسطة تفاعلات مختلفة مثل إضافة الهيدروكسيل أو إضافة المثيل أو إضافة الأسيل أو إضافة الكلوكوز مما يسبب ذلك الحصول على عدد كبير من تلك المركبات الذي فيها مجموعة كيتون أو مجاميع هيدرو كسيل في الموقع 4 الفلافونويدات وتحمل مجموعة هيدروكسيل في الموقع 4 من حلقة B وإضافة الهيدروكسيل في المواقع المسيطر عليها بواسطة الأنشطة المقابلة للإنزيات والفلافونويدات الملونة تخلق بواسطة كل الخضراوات المزهرة الموجودة في كل الأعضاء النباتية وهي توجد إما غير متغيرة أو محورة في المنتجات الغذائية النباتية وهي مكونات منظمة في الغذاء الحيواني والنباتي أي حوالي 10 غم\ يوم للشباب والفلافونويدات تحول الطماطة مع إنزيم جالكون ايزوميريز تعطي كلوروفيل الذي يسبب 78 ضعف زيادة في فلافونولات قشور الفاكهة وبصورة خاصة كلايكوسيدات الكيورستين ولا يوجد هناك تجمعات للمركب الوسطى الأصفر المسمى جالكون وهذا يفسر انخفاض اللمعان والبريق في اللون الأحمر في الفاكهة المنضجة، التحويل الوراثي في الأزهار أسهل من في الأعضاء النباتية الاخري بسبب توافر محفزات خاصة بالأعضاء وان الطفرات الطبيعية في الجينات الذي تكون مشفرة للإنزيات في مسلك التخليق الحيوي للفلافونويدات الناتج في تجمع المركبات الوسطية للمسلك والذي تعطي ألوان

زهرة جديدة ولا تلعب الأجناس المنفردة دورا في كل ألوان الأزهار الممكنة وان الأجناس مثل ألجوري لا تخلق مشتقات الديلفينات الشاحبة ولا يوجد هناك ورد جوري ازرق وكذلك كلايكوسيدات البيلاركونيدين لا توجد في بيتيونيا لان انزيم الريديكتيز في هذا الجنس لا يقبل dihydrokaempferol عديم اللون كمادة أساس لإنتاج البيلاركونيدين الذي يحصل علية نات البيتونيا عند التحويل مع ألجين من تشفير الذرة الصفراء للإنزيم الذي يحفز التحويل والنتيجة هي وجود نباتات منقولة جديدة للإزهار مع لون برتقالي – احمر طابوقي لامع غير معروف بين الإزهار هذا الجنس وان التحوير بواسطة الهندسة الوراثية في التعبير عن ألجين المنفرد الذي يكون وظيفة في الاتجاه المعاكس مثل خفض التعبير الجني الطبيعي الذي يسبب إيقاف المسلك الايضي عندما يشفر الإنزيم ونتيجة لذلك لا يمكن إنتاج منتجات نهائية من المسلك الايضي الذي يمكن تقدير اللون أو خفض الصبغة النباتية وهو ما يحصل في إزهار الاقحوان مع خفض الصبغة بعد تكون ألجين الطبيعي فالتحوير في ألجين المنفرد غير كافي للنبات مع لون محور يحصل تغير في الخطوة الايضية يلي التغيرات في مسلك معقد لتنظيم الموقع الجديد لان كل العناصر للنظام المعقد لا تكون معلومة وهناك صعوبة في تغير تركيز المنتجات النهائية للمسلك الايضي بواسطة التحوير للخطوة المنفردة أو العديد من الخطوات في المسلك الكامل فالتنظيم الجيني له القدرة أن يوقف مسالك الدخول أو الفروع الخاصة للمسلك وان الهندسة الوراثية هي جينات منظمة وهذه الجينات تملك منتجات بروتينية تعرف عوامل الاستنساخ الذي تسيطر على التعبير الجيني وان الجينات تنشط مسلك التخليق الحيوي للانتوسيانين الداخل في الذرة الصفراء وفي الفواكه.

تصنيف الفلافونويدات: التصنيف مبني على أساس حالة الأكسدة لحلقة البيران وعلى خواص اللون والتركيب البنائي الأساسي الشائع للمركبات:

1) **الانتوسيانانات anthocyanins:** هي مجموعة من الفلافونويدات وهي تستعمل كمضادات للسرطان، كمضادات للالتهابات، كمضادة للبكتريا، كمضادة للفيروسات، كمضادة للحساسية، كمضادة الثرومبين ومضادة للأكسدة

وهي أحد الآليات المهمة لمنع أو تأخير بدء الأمراض الرئيسية كالسرطان، القلب والكاتاراكت كما إنها توقف العمليات التاكسدية والجذور الحرة الذي تعزى الى سبب الإمراض المزمنة وهي مثبطات غير تنافسية للبيروكسدة اللبيدات مقارنة الى مضادات الاكسدة التقليدية مثل BHT،BHA وألفا توكوفيرول كما إنها تملك صفات مضادة للالتهابات مقارنة الى المواد الصيدلانية التجارية وقدرتها لخفض المتانة والنفاذية للأنابيب الشعرية للدم والاستفادة تجاريا من مستخلصات عنب الدب من جنسVaccinium myrtillis وله تأثيرات في معالجة مرض القلب الوعائي والتأثيرات المفيدة عندما يكون في ارتباط مع الكحول المأخوذ بشكل نبيذ الذي يملك تأثير حامي للمكونات الأخرى في النبيذ وأخيراً كمواد ملونة في الكثير من الصناعات الغذائية والدوائية مثل المشروبات، المربيات، الجلي، الايس كريم، اليوغارت، المثلجات الجيلاتينية، الفواكه المعلبة، الحلويات والعديد من المنتجات الأخرى وهي مركبات فينولية تتميز بواسطة ثلاث حلقات اثنان عطرية والأخرى حلقة بيران مركزية وحدة من 3 ذرات كربون وان الانثوسيانينات مركبة من aglycone او ما يسمى anthocyanidin، سكر وبعض الأحماض العضوية الثانوية أو الفينولية اي انها مؤلفة من aglycone مرتبطة مع واحد أو أكثر من السكريات في مجموعه الهيدروكسيل في الموقع 4 وان aglycones الحرة حدوثها نادر جدا في النباتات وأكثر ثباتا مع وجود أحماض الخليك p-coumaric,ferulic,caffeic,vanillic, ,malonic مؤسترة الى جزيئات السكريات المتمثلة بواسطة واحد أو أكثر من وحدات الكلوكوز، الرامنوز في في المواقع الهيدروكسيلاية 3-OH,5-OH أو 7-OH لتكوين ما يسمى الانثوسيانانات المؤسيلة وتختلف الانثوسيانانات في طبيعتها إلا أن كلها مبنية على أساس العدد المنخفض من تراكيب الانثوسيانيدينات الأساسية وتتأثر الانثوسيانانات بواسطة نشاط التركيب البنائي ألرنيني لنوية flavylium بالإضافة الى نوع ودرجة الاستبدال وتركيبها البنائي مبني على أساس أن الهيكل مكون من من 15 ذرة كربون وحلقة كرومان chromane الذي تحمل حلقة عطرية ثانية B في الموقع الثاني وان التركيب البنائي الحلقي مرتب في نموذج كربون-6 -كربون -3 - كربون 6 أي -phenyl-2 benzopyrilium ويكتمل التركيب البنائي بواسطة جزيئه سكر واحدة أو أكثر

مرتبطة في مواقع هيدروكسيلية مختلفة في التركيب الأساسي وهي كلايكوسيدات لأملاح من anthocyanidins \ phenyl-2-benzopyrilium وان قابلية الثبات لها علاقة مباشرة الى درجة إضافة الميثوكسي بينما توجد هناك علاقة عكسية الى إضافة الهيدروكسيل وان ثنائي الكلايكوسيدات أكثر ثبات من أحادي الكلايكوسيدات إلا أن ثنائي الكلايكوسيدات يعزى الى الاسمرار بسبب توفر السكر الإضافي لتفاعلات ميلارد وتعزى الى اللون الأصفر من الأزهار وهي تتوزع وتنتشر على نطاق واسع في الطبيعة وفي النباتات الغذائية الذي تحدث في معظم النباتات الراقية والموجودة في كل أجزاء النباتات المهمة في الإزهار والفواكه، الأوراق والجذور وهي توجد مع الكاروتينويدات أو بمفردها في 15% من أجناس النباتات، والانثوسيانات شائعة في النباتات الراقية إلا انه لا توجد في بعض النباتات الواطئة مثل الطحالب وفي الطبيعة فإنها توجد في إزهار من Camellia japonica وفاكهة من Panax ginseng بينما الأخرى تملك خليط مثل صنف Dahlia وفاكهة من Beta vulgaris، اللون يتأثر بواسطة عدد من مجاميع الهيدروكسيل والميثوكسيل وعند وجود أكثر من مجموعه هيدروكسيل فان اللون يتجه نحو الطيف المزرق وعند وجود أكثر مجاميع ميثوكسيل فإن اللون يزداد في الاحمرار ويعتمد اللون على تداخل جزيئات الانثوسيانانات مع الجزيئات الأخرى أو ظروف الوسط وهناك عدد كبير من الارتباطات الكيماوية الذي تفسر الألوان الطبيعية وهناك مدى واسع من الألوان من القرمزي الى الأزرق الذي يوجد في الأزهار والفواكه وهذا المدى من المتغيرات يكون شائع في النباتات المستعملة كمصدر غذائي، زيادة او نقصان الهيدروكسيل والميثوكسيل له تاثير على لون الصبغات وزيادة مجاميع الهيدروكسيل يجعل اللون غامق ويتغير لون الصبغات في الفواكة والاوراق مع تغير الحموضة حيث تكون حمراء اللون عندما الاس الهيدروجيني منخفض وزرقاء في اس هيدروجيني مرتفع وتستعمل كادلة حامضية – قاعدية ويختلف لونها مع الاس الهيدروجيني وهي حمراء في الوسط الحامضي وزرقاء او زرقاء مخضرة في الوسط القلوي الى بنفسجية في الوسط المتعادل كما للعناصر المعدنية تاثير عليها وهي ثابته نسبيا وهي املاح ملونة بشكل كلايكوسيدات وهي ذات وظائف مختلفة في النباتات وتعمل كمضادات أكسدة وهي مركبات مهمة في لون الأزهار والفاكهة

وان اللون النهائي في الأنسجة النباتية محور بواسطة وجود المعادن وبواسطة الأس الهيدروجيني وبواسطة التداخلات الانثوسيانانات مع الفلافونويدات عديمة اللون وهذه ظاهرة تعرف التلوين المشترك فاللون بسبب الانثوسيانات غير ثابت وخاصة بسبب التحليل الإنزيمي في المنتجات عند الجني فهي تتأكسد بسرعة في حويصلات الخلايا النباتية بوجود الأوكسجين الجزيئي بفعل التايروسينيز اوكسيديز متعدد الفينول الإنزيمات الحاوية نحاس الذي تقع في سايتوبلازم الخلية وبصورة رئيسية مرتبط الى غشاء البلاستيدات إلا أن الانثوسيانينات لا تكون مواد أساسية للإنزيم الاوكسيديز متعدد الفينول مباشرة وعندما تملك حلقة بيتا ثنائية الهيدروكسيل فهي تعاني من الأكسدة المزدوجة مع كوينينات متكون بواسطة فعل الاوكسيديز متعدد الفينول على الفينولات الأخرى والإنزيم يحفز إضافة هيدروكسيل الفينولات الأحادية الى اورثو ثنائي الفينولات وهي جزيئات فعالة جدا تتكف بسرعة بواسطة ارتباطها مع مجاميع الأمين أو السلفاهيدريل في البروتينات ومع السكريات المختزلة لإنتاج جزيئات متعدد حمراء أو سوداء أو سمراء مختلفة عالية الوزن الجزيئي غير معروفه التركيب البنائي وهذه المركبات يشير لها ميلانينات melanins وان إنزيمات البيروكسيديزات مسؤولة عن الاسمرار الإنزيمي في الأغذية النباتية وهذه الأكسدة يمكن منعها بواسطة حامض الاسكوربيك وتطور اللون الأسمر يظهر عندما يختفي حامض الاسكوربيك وفقد القيمة الغذائية الذي تكون مهمة بعد عمليات التصنيع، ان محتوى الانثوسيانات في معظم الفواكه والخضراوات تختلف يتراوح من 0,1 - 1% من الوزن الجاف وان الزيادة في محتوى الانثوسيانين له دور كبير في النوعية وهذا التلف في المادة الأساس الأصلية عامل مهم في اختزال النوعية وان القبول الحسي والقيمة الغذائية للمنتج من الصفات التجارية المهمة وعمليات التصنيع للمستحضرات التجارية والمنزلية من الأغذية النباتية الحاوية انثوسيانات تؤدي الى صبغات صفراء وسمراء غير مرغوبة بسبب عدم قابلية الثبات الانثوسيانات المنزوعة من البيئة الطبيعية وحماية بواسطة التصبيغ المشترك وان التقشير، التقطيع، الشرائح تسبب اضطراب الأغشية الخلوية وتسمح لخلط الإنزيمات والمواد الأساس المنفصلة وتأثيرات الهدم لحامض الاسكوربيك على قابلية ثبات الانثوسيانينات الذي تؤدي الى تغير اللون في المحاليل النموذجية وفي عصير الرمان الذي يظهر نشاط مضاد

للأكسدة وإضافة حامض الاسكوربيك الى عصير الرمان لمنع اللون الأسمر وكمصدر خارجي لفيتامين حامض الاسكوربيك يخفض تركيز الانثوسيانات بدون أي فائدة في حجز اللون وان هدم الانثوسيانات يتأثر بواسطة التعرض الى الضوء والحرارة وهي أكثر ثبات من الانثوسيانيدينات بخصوص الضوء ودرجة الحرارة وان إضافة الكلوكوز يحمي من الهدم الضوئي وتكوين معقدات الصبغات المشتركة والازدواج ألايوني لخفض التفاعلات الهدمية، هناك سلسلة من النواتج الايضية الثانوية الذي تتضمن المركبات الفينولية وهذه النواتج الايضية الفينولية متغيرة جدا في طبيعتها الكيماوية والصفات الحيوية وتلعب دوراً مهماً في الفواكه والخضراوات بسبب المساهمة في العديد من الصفات النوعية مثل المظهر وبصورة خاصة اللون، الذوق والطعم بالإضافة الى الصفات المحفزة للصحة، التعبئة ممكن أن تعجل من الاسمرار غير الإنزيمي وتخفض من تركيز الانثوسيانانات حيث أن التعبئة تستحدث تركيز عالي من ثاني اوكسيد الكربون الذي تخفض من تركيز الانثوسيانانات وهذا يقترح بأن ارتفاع ثاني اوكسيد الكربون الجوي يتلف الأنسجة ويحرر الأحماض الامينية الحرة الذي تتفاعل مع الانثوسيانانات وان الجزيئات الأحادية من الانثوسيانانات يمكن أن تتبلمر لتكون أشكال أكثر ثبات إلا أن البلمرة هي تفاعلات لا يمكن السيطرة عليها الذي تحدث في أوقات في بعض المنتجات الغذائية مثل مربى الشليك\الفراولة والانثوسيانانات في الأغذية تكون حساسة الى التغيرات في الأس الهيدروجيني، الحرارة، الضوء، الايونات المعدنية، حامض الاسكوربيك والأوكسجين وكل تلك لها علاقة الى الأغذية المخزونة أو المصنعة وعدم ثبات الانثوسيانانات صفة مهمة في عمليات تصنيع الغذاء وهي أساسية لتطور بعض أنظمة قياس اللون للتقييم والسيطرة على نوعية اللون وان بعض الانثوسيانانات المؤسيلة الموجودة تكون ذات ثبات غير اعتيادي في المحاليل الحامضية الضعيفة أو المتعادلة وتعزى قابلية الثبات الى اثنان من مجاميع الأسيل تحت حلقة flavylium وان إعادة الترتيب يحمي ايون oxonium من إضافة الماء مما يمنع تكوين قاعدة pseudo و chalcone ومستخلصات الانثوسيانات تحتوي فلافينويدات، أحماض الفينوليك، كاتيكينات و polyphenolsa ومن غير الممكن التعبير عن التركيب الكيمياوي بدقة والتخصصات الموجودة هي قوة الصباغة، الحموضة، النسبة المئوية للمواد الصلبة، النسبة المئوية للرماد

والصفات الفيزياوية الأخرى والانثوسيانات غير سامة وتحدث السمية عندما يزيد تركيزها عن 20 ملغم\كغم\يوم، فالغذاء الحاوي 15% انثوسيانات من عنب concord لمدة 90 يوما لا يظهر تأثيرات سمية ومشروب Roselle المصنع من calyce من جنس Hibiscus sabdariffa لا يظهر تأثيرات سامة وهي صبغات ذائبة في الماء وهي تكون في الخلايا الجلدية في الإزهار وفي خلايا الميزوفيل في الأوراق من جنس Secale cereal وتتأثر الصبغات النباتية بواسطة مواد أخرى مثل الفلافونات تعمل كصبغات مشتركة أي مواد الذي تعزى الى تداخل الألوان مع جزيئات الانثوسيانانات وان ظاهرة التصبيغ المشترك يلاحظ فقط مع الانثوسيانانات الذي تتفاعل مع العديد من الأنواع من المجاميع الكيماوية والتصبيغ المشترك يستحدث التحويل تجاه الأطوال الموجية العالية الذي ينتج في تفاوت اللون الأحمر المزدوج مع الزيادة القوية للامتصاصية الذي يجهز صفات تلوين محسنة، خلال عمليات التصنيع الغذائي، فأن المركبات المعرضة الى ظروف قاسية مثل الأس الهيدروجيني، درجة الحرارة والضوء، فأن صبغات الانثوسيانينات يمكن تحطيمها بسهولة وان ظروف عمليات التصنيع يمكن تقديرها باستمرار للحصول على أفضل المنتجات الملونة ومع اقل هدم للمكونات الطبيعية فأن تأثير عمليات التصنيع على قابلية الثبات للانثوسيانانات في الأنظمة الغذائية هي:

1. عصير ثمرة العليق أو العوسج **blackberry**: عندما تتعرض الى درجات حرارية مختلفة وإضافة الديهايد فأن الالديهايد يزيح الانثوسيانانات ويكون التفاعل من نوع حركية الرتبة الأولى.
2. **Grape musts**: إضافة الكلوتاثايون خلال التصنيع يجعل الونا كثر ثبات مما يشير الى أن quinines يدخل في هدم الانثوسيانانات.
3. الفراولة أو الشليك الطازج **strawberry**: يتعرض الى تحوير جوي باستعمال ثاني اوكسيد الكربون فأن الصبغة الخارجية والداخلية تنخفض إلا إنها أكثر في التركيب الداخلي وهذا يكون مرتبط مع القشر واو القلف peel الذي يملك سيانيدين كصبغة رئيسية في حين أن بيلاركونيدين في pulb.

4. الشعير: عندما يسخن بدرجة 40 – 100م فأن hordeumin الانثوسيانين يكون محمي بواسطة تكوين معقدات جزيئية مع الفينولات المتعددة حيث يكون اللون ثابت.
5. التفاح: عندما يتعرض الى الضوء فأن التفاح المعرض للضوء يظهر تحسين في اللون وعكس ظروف تحت ظل.
6. المستخلصات المركزة من حب الخمان **elderberry**: عندما يحصل تخمر مع S.cereviceae var. Malaga بدرجة حرارة الغرفة واس هيدروجيني 4,5 فأن العصير المركز 4% من الانثوسيانانات لتحسين قابلية الحفظ.
7. كرز **maraschino**: الكرز المملح يكون مصبوغ مع مستخلص انثوسيانين الفجل وان اللون المستحصل عليه مشابه الى ذلك الذي يصل مع FD & C Red No.49 ألتخليقي.
8. مستخلصات تفل التفاح: عندما يجفد بوجود مالتودكسترينات ذو مكافئ دكستران 20، فأن قابلية الحفظ تزداد ولمدة شهرين بدرجة 50 م\0,5 نشاط مائي وأكثر من 5 سنوات مع نشاط مائي اقل من 0,3.
9. الفراولة أو الشليك **strawberries**: عند إضافة السكروز والإسراع من عملية التجميد يسبب ثبات الصبغة ويقلل من تفاعلات الاسمرار وهذا التأثير مرتبط مع تثبيط الإنزيات الهاضمة ومع تداخلات مع تفاعلات تكثيف.
10. **Litchi** طازج: المغطى مع 1-2% منchitosan ومخزون بدرجة 4 م ورطوبة نسبية 90% فأن قابلية الحفظ تزداد والارتباط مع تثبيط إنزيات متعدد الفينول اوكسييديز والبيروكسيديز.

تقسيم الانثوسيانات: هناك عدة مئات من الانثوسيانات الذي تختلف من حيث العدد والموقع الذي فيه السكريات بصورة خاصة الكلوكوز، الكالاكتوز، الرامنوز والارابينوز المرتبطة الى الهيكل والعديد من أسيلة السكريات والمواد المؤسيلة الذي تتميز بواسطة إضافة هيدرو كسيل الى الحلقة B وتحوير الموازنة في الأنسجة النباتية المعينة الا ان 6 منها فقط تكون مهمة في الغذاء هي البيلاركونيدين هو مركب يلك مجموعة هيدروكسيل واحدة وهو مسؤول عن لون نبات pelargonium bloom وهو مصدر اللون في الشليك، السيانيدين وهي مركبات

مسؤولة عن عدد كبير من الالوان مثل لـون الكرز الاسود والشليك الطازج وبعضها مشتقات من المركبات الثلاثة وتختلف فقط في واحد او اكثر من مجاميع الهيدروكسيل في حلقة الفنيل وهي كلايكوسيدات تتكون بواسطة سكريات مختلفة ويتحلل المركب الاصلي لتكوين phloroglucine وحامض الفا هيدروكسي بنزويك ويمكن تخليق مشتقاته في النباتات من حلقة الاندول للالديهايد في الكلوكوز لتعطي اينوسيتول ثم سحب جزيئة ماء لتكوين الفلوروكلوسين وهي مسؤولة عن لون زهرة الذرة في الوسط القلوي للعصير واللون الاحمر الوردي توجد في المملكة النباتية وهي صنف من الفلافونويدات وهي مسؤوله عن العديد من الألوان البرتقالية، الحمراء، الزرقاء، البنفسجية والشاحب المرتبطة مع العديد من الفواكه والخضراوات وهي تحدث في الخلايا الجلدية وتحت الجلدية المذابة في الحويصلات أو تتجمع في الأوعية المسماة anthocyanoplasts، الدليفينيدين هو مركب يملك اكثر من مجموعة هيدروكسيل وهو مسؤول عن اللون الازرق للازهار لنباتات العائق Delphium والعنب الاحمر والنبيذ، المالفيدين، البيونيدين والبيتيونيدين (جدول- 14) واسترتها مع واحد أو أكثر من السكريات وتتكون اعتمادا على عدد السكريات مثل الكلوكوز، الرمينوز، الكالاكتوز، الزايلوز والارابينوز.

جدول (14) الانثوسيات الرئيسية في الغذاء

الانثوسيانيدين	البديل على نوية flavylium		
	3	4	5
Cyaniding	OH	OH	H
Delphinidin	OH	OH	OH
Malvidin	OMe	OH	OMe
Pelargonidin	H	OH	H
Peonidin	OMe	OH	H
Petunidin	OMe	OH	OH

ملاحظة: ذرات الكربون الثالثة، الخامسة والسابعة تملك مجموعة هيدروكسيل وهيدروجين على ذرات الكربون الأخرى ويمكن تصنيف الانثوسيانينات الى monoside في 3 مواقع، bioside كلها في الموقع 3، في 3، 5 أو في المواقع 3، 7 (نادر) أو trioside اثنين على الموقع 3، واحد على الموقع 5 ثلاثة في التركيب

البنائي المتفرع أو الخطي على الموقع 3 أو اثنين على الموقع 3 (نادر) وواحد على الموقع 7 ولا يوجد انثوسيانين مع 4 سكريات إلا انه يوجد هناك مع 5 سكريات.

وظائف الانثوسيانانات: الفلافونويدات وخاصة الانثوسيانات تملك دور مهم في الطبيعة مثل مضادات الأكسدة، الحماية الضوئية والآليات الدفاعية بالإضافة الى الوظائف الإحيائية الأخرى مثل ظاهرة التكافل أو المعايشة symbiosis والعلاقة بين نوع الانثوسيانين (لون الزهرة) واليات التلقيح، انتشار البذور وثبات المضادات الغذائية مثل لون delphinidin الشائع في العوامل الملقحة بواسطة النحل مثل primulaceae, polemoniaceae,hydrophyllaceae, boraginaceae حيث أن بعض أجناس النباتات تعزل تكاثريا بسبب طريقة اللقاح مثل لقاح جنس Mimulus lewissi المرتبط مع النحلة الطنانة bumblebees في حين أن M.cardinalis مرتبطة مع الطيور الطنانة humminbirds وبعض الانثوسيانانات تعمل كعوامل سيطرة حيوية مثل cyanid-n-3-glucoside الذي يثبط نمو اليرقان في دودة التبغ من جنس Heliothis viriscens.

المعلمات markers في عمليات التصنيع الغذائي: هناك عدد كبير من المنتجات الذي تكون ملونه بواسطة الانثوسيانانات مثل النبيذ، العصائر، المربيات والمشروبات الطرية وان المستهلك يلعب دوراً مهماً في مربى الكرز عند الرغبة في تحضير مربى مع الفاكهة وبعض عمليات التصنيع تغش منتجاتها لانجاز أفضل مظهر وإعطاء مصادر أخرى من الألوان والفوائد التجارية وتحليل الانثوسيانات يمكن فهمة للكشف عن الغش في تلك المنتجات وان الطريقة مبنية على أساس الحقيقة القائلة أن كل فاكهة تملك انثوسيانانات خاصة وهذا يستعمل في السيطرة النوعية لعصير نبات القراصية brune ومربى الكرز الذي يكون محضر مع كرز احمر من فاكهة اقل سعرا ومربى الشليك الأسود والنبيذ وفي هذا المجال فأنه تستعمل طريقة HPLC المرتبطة مع طرق إحصائية متعددة تكون مناسبة للتحليل الروتيني في النبيذ الأحمر.

تصنيف الانثوسيانات

1. سيانيدينات كلايكوسيدات cyanidins glycosides وهي انثوسياندينات وهي ذات لون برتقالي – احمر.
2. دلفينيدينات كلايكوسيدات Delphinidins glycosides وهي انثوسياندينات وذات لون ازرق – احمر.
3. مالفيدينات كلايكوسيدات malvidins glycosides وهي انثوسياندينات وذات لون ازرق – احمر.
4. بيلاركونيدينات كلايكوسيدات pelargonidinsglycosides وهي انثوسياندينات وهي ذات لون برتقالي.
5. بيونيدينات كلايكوسيدات peonidins glycosides وهي انثوسياندينات وهي ذات لون برتقالي – احمر.
6. بيتيونيدينات كلايكوسيدات petunidins glycosides وهي انثوسياندينات وذات لون ازرق – احمر.
7. الانثوسيانيدينات anthocyanidins: تشير الى جزيئة انثوسيانيدين\ aglycone بدون كلايكوسيد وتتميز بواسطة نوية flavyliun الموجبة تكون فيه المواقع $^{-}$3, $^{-}$4, أو $^{-}$5 مع الهيدروجين، الهيدروكسيل أو الميثوكسي او مجاميع الاسيل مع بعض الاختلافات تتمثل في عدد وموقع مجاميع الهيدروكسيل أو أيثر مثيل تكون أكثر شيوعا في النباتات وموقعها في الانسجة بينما الانثوسيانين يكون aglycone مرتبط مع على الأقل جزيئة سكر واحدة مثل الكلوكوز، الرمينوز، الزايلوز، الكالاكتوز، ارابينوز والفركتوز ويزداد الاختلاف بواسطة الارتباط الكيماوي لتلك السكريات مع الأحماض العضوية مثل حامض الخليك، الاوكزاليك، الماليك، السكسنيك، الكافييك، الفيريوليك، المالونيك، بارا-هيدروكسي بنزويك، كيوماريك، synaptic.
8. الانثوزانثينات: اكثر انتشارا في النباتات وهي موجودة في الفواكه والخضراوات وتشمل flavnone, flavonol, flavones وهي تختلف في تركيب الحلقة الوسطية وهي عديمة اللون في انسجة النباتات ومن أهم الخضراوات التي تحتويها

هـي البصـل والقرنـابيط والفجـل واللهانـه البيضـاء وهـي تكـون اللـون في بعـض الخضراوات عند نضجها في قدر الضغط.

أ. الفلافونولات **flavonols**: الفلافونول كلايكوسيد البسيط هو kaempferol 3-O-β – glucoside والفلافونويـدات الأخـرى في النباتـات الـذي تتضـمن 11 نبات غذائي مثل السبانخ، اللهانه الحمراء، اللهانه، الفجل الأحمر والجزر، البطاطا الحلوة، الزيتون البراعم الشاحبة من الشاي، البصـل، الباذنجـان، اللهانـه البيضـاء تكون غنية في الفلافونول كلايكوسيد الذي تكون كلايكوسيدات ثلاثية ورباعية مؤسيلة وغير مؤسيلة من الكامفور والكيورسيتين الـذي أمكـن عزلهـا والتعـرف عليها وفي البروكلي، فأن الكلايكوسيدات الفلافونوليـة الـذي تمكـن مـن التعـرف عليها بشكل sophorosides من الكـامفور والكيورسـيتين وان الفلافونـولات الموجودة في الزهيرات بتركيز 65 ملغم\كغم و166 ملغم\كغم من الـوزن الطـازج على التـوالي بينمـا الفلافونـولات الصـفراء توجـد في الإزهـار وتنتشـر علـى نطـاق واسع في الأوراق اما الفلافونولات غير الملونة توجد في الأزهار وتنتشر علـى نطـاق واسع في الأوراق وهي مشتقات موجودة طبيعيا في المملكة النباتية وهي مشـتقات هيدروكسيلية الذي تحتوي مجاميع هيدروكسيل في الموقـع 5، 7 وبعـض الاحيـان الموقع 3 وغالبا ما توجد في الموقع 4^-,3^- وهي ذات لون اصفر اللون وهي مسـؤولة عن اللون الاصفر الاعتادي في الازهار الصفراء مثل luteolin وهي مادة ملونـه في نبات بليحة Weld والكيورسيتين وهي مركبات موجودة في الازهار الصفراء فـان الطماطـة تملـك لـون محـور قلـيلا بسـبب التـأثيرات الجانبيـة للتحـوير في مسـتوى الفلافونولات وهي مضادات أكسدة والـذي عنـد تناولهـا بكميـات مرتفعـة تخفـض مخاطر مرض القلب الوعائي وان الهدف التقني الحياتي لزيادة مستوى الفلافونولات في الجزء القابل للأكل من النبـات وهـي تحـدث في النباتـات بشـكل كلايكوسـيدات حيث يرتبط كلايكوسـيد الكيورسـيتين مـع سـكر ثنـائي 6-β-rhamnosido-D-glucose او ما يسمى (rutin) وهو أحد المركبات الـذي تعـود الى مجموعـة فيتامين P ونقصه في الغذاء يسـبب مـرض الشـحوب purple ومـن الفيتامينـات الاخـرى هـذه المجموعـة لهـا علاقـة مـع rutin هـي الكاتيكينـات الـذي توجـد في المملكـة النباتيـة مثـل السـيانيدين المهـدرج وهدرجـة الانثوسـيانيدينات او مـا

تسمى الفلافونات الذي لها علاقة مع الكاتيكينات وهي صبغات ذائبة في الماء وموجودة في عصارة الخلايا والبلاستيدات للفواكة والخضراوات وهي مكونة من حلقتين كل منهما سداسية ترتبطان مع بعضهما بواسطة 3 ذرات كربون في الانثوسيانات حيث يرتبط الجزء السكري في الموق الثالث وغالبا ما يكون في الموقع الخامس اما في حالة الانثوزانثينات فأنه غالبا ما يرتبط بالموقع السابع وقليلا ما يرتبط في الموقع الثالث والخامس.

ب. الفلافونات **flavones**: توجد في أوراق angiosperma وهي جزيئات عطرية تخلق من الحامض الاميني فنيل الأنين ومولد مشتق من الخلات هو مالونيل نشط وينجز التفاعل بواسطة إنزيم chalcone synthase لإنتاج كالكون الذي يكون متناظر بواسطة إنزيم جالكون فلافون ايزوميريز لإنتاج flavonone

ج. الفلافونونات **flavonones** توجد في أوراق angiosperma.

-**Dihydroflavonols**: توجد في الأزهار وتنتشر على نطاق واسع في الأوراق.

9. التانينات **tannins**: سمراء – حمراء وتستعمل التانينات لوصف مجموعة من الجزيئات المعقدة الموجودة في أوراق وقلف الأشجار للعديد من النباتات وفي تكوين الشاي الأسود من خلال الاسمرار الإنزيمي للمركبات متعددة الفينول.

10. المركبات الفينولية: هناك مصدرين مهمين من تلك المركبات هي الكوكا cocao والشاي tea الذي تستعمل كمواد ملونة وكلاهما قديمة جدا وان الفجل الاحمر يكون غني في المركبات الفينولية الذي تقدر 0,233 ملغم\كغم من الوزن الطازج وان 50% منها تكون انثوسيانانات مؤسيلة مع سكريات مختلفة ومؤسيلة مع حامض ferulic وان cyaniding 3-glucoside و cyaniding 3-rutinoside تم التعرف عليها من مستخلص الزيتون ومن البراعم الشاحبة للشاي وجلد البانجان يكون غني في مكونات متعددة الفينولات مثل nasunin الشاحب و hyacin الأزرق متعدد الفينولات الاسمر Brown polyphenols، نبات الكوكا cacao من جنس Theobroma cacao وهو مصدر الشيكولاتة الذي يكون معروف وذات سعر مرتفع في السوق العالمية وبراعم الكاكاو تحتوي بقول الذي تكون متخمرة ومكبوسة

لتجهز سائل اسمر الذي هو مادة خام للشيكولاته وان البراعم، البقول، القشور، الاغمدة والسيقان الذي تكون مواد ملونة وهي تحتوي خليط معقد جدا من أحماض الأسيل، leucoanthocyanins وجزيئات متعددة من الفلافونويد، التانينات وجزيئات متعددة من نوع catechin، نبات الشاي من جنس Thea sinensis تستعمل في تحضير مشروبات مرغوبة وكذلك تستعمل كمواد ملونة ومستخلصات الشاي تحتوي خليط معقد جدا من myricetin glycosides، quercitin, kaempferol,epicatechin,epigallocatechins, acyl acids والعديد من المركبات الفينولية المتعددة، في الشاي الأسود، المركبات اعلاه تعمل كمولدات لمركبات معروفة هي thearubin و theaflavin وكلا من الشاي والكاكاو المستعملة في أنواع مختلفة من المنتجات الغذائية منها المشروبات، منتجات المعجنات، الحلويات والخلائط الجافة، بعض تلك المركبات الفينولية لها علاقة مباشرة الى اللون في النباتات بضع المركبات الفينولية تمتص الضوء في المدى المرئي.

11. الكرومونات: الكرومونات او ما يطلق عليه 2,3-benz-γ-pyrone وهي اساس العديد من المركبات الموجودة في الطبيعة منها فيتامين E المعروف التوكوفيرولات وهو عامل مضاد للعقم ومن انواعها هي:

أ. فيتامين E واشكاله: تختلف اشكال الفيتامين عن بعضها البعض الاخر بوجود واحد او اكثر من مجاميع المثيل في نوعية البنزين وفي الموقع السابع كما في الشكل الفا، الشكل كاما هو مناظر للشكل بيتا ويملك مجموعتين مثيلية في نوعية البنزين في الموقع السابع والثامن.

ب. **Khellin**: من مشتقات الكرومون والذي يحدث في بذور النباتات والذي تستعمل في معالجة angina pectoris وكذلك كعلاج للتاثير الموجة على العضلات القلبية وهي مشتقات 2-phenyl chromone.

12. مركبات أخرى:

- الاورونات **aurones**: توجد في إزهار من جنس Bidens sp.,Cosmos sp. و Bryophytes في جنس Funaria hydrrometrica ونباتات cypreceae، بذور وأوراق.
- الكالكونات **chalcones**: توجد في خليط مع aurones مثل صبغة anthocglor و chalcones هيدروكسيلية في peels wood للأشجار في أجناس Adenthera ,Rhus,Macherium ,acacia.
- ثنائي هيدروكالكون Dihydrochalcones: توجد بصورة رئيسية في التفاح وفي بعض الأجناس Rosaceae ,Ericaceae,Fagaceae, Salicaceae
- الفالوبافينات **phlobaphens**: تكون مسؤولة عن اللون الشاحب في حبيبات الذرة الصفراء التانينات المكثفة تعطي لون احمر للبذور في الأجناس المختلفة
- الزانثوسيانات الذي تمثل الصبغات بين الفلافونويدات الملونة المسؤوله عن اللون الأحمر والشاحب في معظم الأجناس النباتية.
- الكاتيكينات **Catechins (Flavan-3-ols)**: توجد بصورة رئيسية في الأوراق.
- الفافانات **flavans**: توجد في الأوراق.
- ايزوفلافونات **isofavons**: معظمها شائعة في البقوليات الى إنها توجد كذلك في Rosaceae ,Miristicaceae ,Iridiceae ,amaranthaceae
- انثوكلورات **anthochlors**.

وظائف الفلافونويدات

1. نشاط مضاد للأكسدة: مثل galangin ,naringenin ,rutin الذي تثبط إنتاج المالونالديهايد وكذلك luteolin,querecetin,catechin الذي تظهر نشاط مرتفع بواسطة طريقة beta carotene bleaching، يمكن قياس نشاط مضادات الأكسدة بواسطة طرق مختلفة وقابليتها لمنع تكوين وإزالة الجذور الحرة وهذا النشاط مرتبط مع إضافة الهيدروكسيل الى حلقة بيتا من الفلافونويدات وتملك نشاط مرتفع كمضادات للأكسدة في مجاميع اورثو

الهيدروكسيلية في الموقع 3 — والموقع 4 —وفي العلاقة الى حلقة بيران فان اهمية الآصرة المزدوجة بين الكربون الثانية والكربون الثالثة ومجموعة الكيتو في ذرة الكربون الرابعة للنشاط المضاد للأكسدة وان querecetin يملك نشاط أكثر ارتفاع من الكاتيكين، وان flavonoid aglycones أفضل مضاد للأكسدة وان الارتباط بين الفلافونويدات والنشاط المضاد للأكسدة واضح في النبيذ حيث أن 96% من النشاط يفسر بواسطة محتوى الفلافونويد وان العلاقة العالية يمكن الحصول عليها من catechin,myricetin,querecetin,rutin,epicatechin,cyaniding malviden-3-glucoside, وان النشاط المضاد للاكسدة في الكاتيكينات المثبت بواسطة إزالة جذور superoxide anion وان مجاميع - —5,—4 ,—3 trihydroxyl في الحلقة B من هيكل الفلافين مثل epigallocatechin,epigallocatechin gallate اكثر إزالة جذور من ثنائي هيدروكسي كاتيكينات مثل epicatechin ,epicatechin gallate وان مجموعة galloyl في الموقع الثالث من الحلقة C يكون موجب فقط عند غياب مجموعة الهيدروكسيل في الموقع 5 — من الحلقة B وهذا بسبب وجود العديد من مجاميع الهيدروكسيل وان بعض الصفات مثل القطبية، حالة التأين وقابلية الثبات لجذور الفينوكسي الذي تعزى الى تأثيرات إزالة الجذور اكثر من الفوائد التركيبية وان النشاط المضاد للأكسدة هو عملية معقدة الذي فيها العديد من العوامل تكون مهمة مثل تأثير ثلاثي هيدروكسي فلافونويدات مقارنة مع ثنائي هيدروكسي فلافونويدات في نظام أكسدة اللبيدات وتحت هذه الظروف فأن النشاط المضاد للأكسدة أكثر ارتفاع لثنائي هيدروكسي فلافونويد ويمكن ملاحظة ذلك عندما النشاط المضاد للأكسدة β-glucogallin الذي يملك كلوكوز يقارن مع propylgallate وكلا المركبات تملك نفس النشاط الجزئي بواسطة pulse radiolysis، وان حامض التانيك (بنتا-كالويل — كلوكوز) يظهر نشاط مضاد للأكسدة مرتفع وان proanthocyanidins (جزيئات متعددة) وهي المواد المسئولة بصورة رئيسية عن النشاط المضاد للاكسدة في النبيذ.

2. اللون والعمليات الجنسية في النباتات: لون الأزهار والمدقات pistils (أعضاء التأنيث في النباتات) تعزى الى عمليات التلقيح pollinating، وان إنزيم Phe-

Ala ammonio–lyase الذي له علاقة الى إخصاب النبات، وان فلافونويدات خاصة توجد في جزء السداة الحاوية على اللقاح anthers(بصورة خاصة الانثوسيانانات، فلافونولات وكالكونات) والمدقات،ولون هذه المركبات يجذب الحشرات بسبب عملية التلقيح، وان التلقيح العرضي في Forsythia يحتاج الى فلافونويدات مثلquerecetin, urtin، وان الفلافونويدات أساسية لتوليد اللقاح ونشاط Phe-Ala ammonio–lyase المرتبط مع تطور microspores للحبيبات الناضجة.

3. الحماية الضوئية: إضاءة الأشعة فوق البنفسجية للنبتة ينشط جينات التخليق الحيوي للفلافونويد ويمكن تقليل خطر تلف DNA، كما إنها تعمل كحاجز ضد الإضاءة القوية وان معظم التلف بواسطة أشعة ضوء الشمس ينتج بواسطة ضوء الأشعة فوق البنفسجية وخاصة في الطول ألموجي للحزم B من الأشعة فوق البنفسجية من 280 الى 315 نانوميتر وهو احد اقل الأطوال الموجية وأعلى طاقة وان الأشعة فوق البنفسجية من نوع B وان الأشعة فوق البنفسجية من نوع B أكثر خطرا من أشرطة الأشعة فوق البنفسجية وهي A وC وان الفلافونويدات تمتص في منطقة شريط B من الأشعة فوق البنفسجية والذي لها القدرة أن تعمل كمرشحات الأشعة فوق البنفسجية والذي تحمي الأنسجة من التلف وان أفضل حاميات ضوئية هي الفلافونويدات غير الملونة مثل الفلافونات، الفلافونولات والايزوفلافونويدات) وفي الرز فأن الصنف الذي يتحمل الأشعة من الأشعة فوق البنفسجية ينتج كميات زائدة من ثلاث كلايكوسيدات -iso orientin عند الإشعاع مع اقل كمية من كلايكوسيد isovitexin وان الفلافونويد 3—,4-dihydroxy flavonoids أفضل إزالة جذر حر من 4-hydroxyflavonoid— ويمكن الحصول على حماية الأشعة فوق البنفسجية من نوع شعاع B مع طفرات Arabidopsis thaliana الذي تفقد فلافونويدات epidermal وان النبات المطفر أكثر حساسية الى الأشعة فوق البنفسجية من نوع أشعة B وارتفاع مستوى الفلافونويدات يخفض إنتاج البيريميدين ثنائي الجزيئة وتلف DNA.

4. آلية الدفاع ضد أمراض النبات: فلافونويدات متخصصة مثل apigeninidin ,luteolindin تنتج بواسطة الهجوم المرضي مثل naringenin بواسطة مهاجمة

Xanthomonas oryzae و kaempferol بواسطة Pyricularia oryzae، بعض الفلافونويدات تعمل phytoalexins وان المواد النباتية المخلقة تتعامل مع مهاجمة المرض وان بعض الفلافونويدات هي phytoanticipins وهي مركبات متكونة قبل الإصابة والتوزيع بين phytoalexins و phytoanticipins لا تكون سهلة وان بعض المركبات تعتمد على الأجناس، وان sakuranetin هي فلافانون flavanone مرتبط مع مثيل الذي يتجمع في غدد الورقة في عنب الثعلب الأسود black currant وهي مستحدث نواتج ايضية مضادة للبكتريا في أوراق الرز ونموذج عمل هذه المواد غير واضح إلا أن phytoalexins يحور صات الأغشية ويوقف الفسفرة التاكسدية ويستطيع الارتباط مع جزيئات DNA الأخرى وان الفلافونويدات تستحدث بواسطة مهاجمة المرض الذي تختلف عن المستحدثة بواسطة الإضاءة القاسية وان فلافونويدات مثل apigeninidin,luteolinidin الذي هي phytoalexins مستحدثة في السلجم من جنس Sorghum bicolor بواسطة فطريات من جنس Colletotrichum graminicola الذي تسبب مرض anthacnose وعند إصابة الرز بواسطة Xanthomonas oryzae pv.Oryzae و Rhizoctonia solani، فأن الفلافونويدات مثل phytoalexins يمكن كشفها بسهوله وان isoflavonoid مثل pterocarpans,maackiain,pisatin الذي تنتج بواسطة بزاليا الحقل garden pea من جنس Pisum sativum بواسطة مهاجمة المرض الفطري Nectria haematococca، إن كلايكوسيدات cyaniding و peonidin (انثوسيانانات) تثبط نمو Xanthomonas، وان مشتقات querecetin و fisetin تثبط 67 - 76% من فيروس الطماطة ringspot virus (10 ميكروغرام\مل) وان النشاط الفيروسي المختزل هو الارتباط مع تأثير الفلافونويدات على تثبيط الفيروس غير المحمي، وان العوامل الجينية أو الوراثية تحسن مقاومة مرض النباتات وان الجت يتحول مع الجين لإنزيم isoflavone o-methyltransferase لزيادة إنتاج phytoalexins و medicarpin وان الجت المحسن وراثيا يظهر أعراض بعد مهاجمة مرض تبقع الأوراق من جنس Phoma medicaginis وان الوظيفة المضادة للتغذية لبعض الفلافونويدات تكون ثابتة وان الفلافان flavan لجنس Lycoris

Euroma hecabe لبرقـــة larvae الفراشــــة الصـــفراء مـــن radiate و proanthocyanidins في قلـف الأشـجار وإنهـا تكـون مرتفعـة في شـجرة الصنوبر pine الذي تحمي أنسجة النبات ضد اجتياح الأمراض وفي نباتات الرز فأن glycoflavones مثل schaftoside ,isoschaftoside, neoschaftoside, phloem space نباتات الرز حيث تعمل كمواد مص للحشرات وان ,tambulin, kukulkanin B, heliannone A الذي أمكن عزلها من Heliantus annus وهذه الفلافونويدات تظهر صفات allopathic بواسطة تثبيط الإنبات والنمو في الطماطة والشعير.

5. المعلمات markers الإحيائية: التركيب الكيماوي الفلافونويدات في bee pollen تستعمل لتعرف على أصل النبات فان شمع الأوراق يستعمل في التعرف على أجناس Aeonium، الفلافونويدات هي أدلة إحيائية، فإن تلف الغابات بواسطة التعرض الى الأوكسجين الذي له علاقة مباشرة مع إنتاج الكاتيكين وان التركيب الكيماوي الى bee pollen, propolis تجهز أدلة لإحيائية النبات وأنواع النحل مثل almondpollen الذي يملك 8-methoxykaempferol-3-glycoside وهو فلافونويد رئيسي و jara pollen الذي يحتوي querecetin و isorhamnetin-3-glycosides.

6. نوعية الغذاء: الفلافونويدات تستعمل كمعلمات نوعية للنبيذ والعصائر، الفلافونويدات تكون مستعملة كمعلمات لنوعية إنتاج الأغذية، وفي تخصص النبيذ فأن catechin و epicatechin في النبيذ الأحمر وان عصائر الحمضيات مثل hesperidin و neohesperidoside في العنب من بين تلك المركبات.

خامسا: الكوينونات quinines

وهي مجموعه كبيرة وهناك تباين في العدد والتراكيب البنائية والصبغات وهي تظهر توزيع واسع أكثر من الصبغات الطبيعية الأخرى ماعدا الكاروتينويدات والميلانينات وتركيبيا فإنها مركبات متعددة الحلقات أو أحادية الحلقة العطرية الذي تملك مجموعتين من بارا-هيدروكسل وهي يمكن تصنيفها بشكل بنزوكوينونات، نافثو كوينونات، انثرا كوينونات وكوينونات متفرقة الذي فيها مجموعه كوينونات متعددة

الجزيئات الأكثر تعقيدا وهي تطور العديد من الوظائف المهمة في الكائنات الحية والذي تـنعكس في توزيعهـا والكوينونـات تنتشـر علـى نطـاق واسـع في النباتـات وخاصـة الأشجار حيث تعزى الى لون قلب الخشب والكوينونات تجهز اللون الى الفطريـات وهـو اللون الأصفر، البرتقالي أو لاسمر و sea urchin مثل الأزرق البراق، الشـاحب أو لازرق وبعض الحشرات مثل aphids, coccid فبعض الفطريـات تنـتج كميـات كـبيرة مـن الكوينونـات مثـل النـواتج العرضـية الايضـية ويمكـن ملاحظـة الألـوان المختلفـة مثـل الأصفر- الأحمـر أو الأسمـر وان الفطريـات مـن جـنس polyporus rutilans تتجمـع لغاية 23% من الوزن الجاف من حـامض polyporic وهـو كوينـون terpenyl مـن اللون البرونزي وان جنس Helminthosporium gramineum تنتج لغاية 25% من وزن الكوينونات الجافـة مثـل islanidicin,crisophanol,emodin بالإضـافة الى بعض البكتريا الذي تنتج كميات جيدة مـن الكوينونـات جـنس Streptomyces coelicor تتجمع لغاية 15% من الوزن الجاف وان املاح الكوينونات تكون شـاحبة، زرقاء آو خضراء اللون وبعض الكوينونات ذات أهمية صناعية مهمة مثـل ,alizarin ,purpurin xanthopurpurin,rubiadin من جنس .Rubia tinctoreum L ومركب 3-هيدروكسي-2- مثيل انثراكوينون، مثيـل- أيثـر rubiadin و lucidin مـن peel منجـنس.Coprosoma acerasa A والكوينـونـات المهمـة للصـناعات الغذائيـــة، جزيئـــات الكوينـــون تقـــوم بوظيفـــة الآليـــة الدفاعيـــة مثـــل جـــنس Srtreptomyces sp الذي تنتج مضاد حيوي هو تتراسـايكلين والشـجرة الإفريقيـة مـن جـنس Mansonia altissinia الـذي تفـرز mansonons الـذي يحميهـا مـن مهاجمـــة الحشـــرات والفطريـــات وهنـــاك العديـــد مـــن الحشـــرات مثـــل dyctiopters,diplopodes,opiplions الذي تنتج alkylbenzenequinones كآلية دفاعيـة وان terpenehydroquinones مثـل geranylhydroquinone ,2-(3-hydroxy-3,7-dimethyloct-6-enyl)-1,4-benzaenediol مـــن ذوات الزنابير من الحيوانات البحرية من جـنس Aplidium savignyi الأكثـر تـأثير كمضاده للأكسـدة مـن القياسيات مثـل ألفـا توكـوفيرولات الخـلات أو 2، 6 – ثنـائي ربـاعي بيوتيـل –بـارا – كريـزول والإحيـاء البحريـة الـذي تكـون مصـدر مهـم في تلـك المركبات.

1. البنزوكوينونات **benzoquinone**: توجد بتركيز عالي وذات لون وردي متفاوت
2. النافثوكوينونات **naphthoquinones**: ذات لون احمر – ازرق – اخضر مثل فيتامين K فهي توجد في الحيوانات.
3. الانثراكوينونات **anthraquinones**: ذات لون احمر – شاحب مثل حامض الكارمينيك carminic acid فهو توجد في الفطريات، تظهر الوان في مدى من الأسود آو الشاحب العميق الى الأحمر النبيذي الى البرتقالي منها الأصفر، الانثراكوينونات وحامض الكارمينيك carminic acid و dactylopuis coccus وحامض carmesic من حشرة من جنس Laccifer laccaKerr هي جزيئات فعالة جدا وهي حساسة الى الاختزال العكسي وهي تساهم في تفاعلات الأكسدة والاختزال الشائنة.
4. ابيكوينونات **ubiquinones**: هيubiquitous في الكائنات الحية وهي ذائب في الدهن وانتشاره خلال الأغشية سهل جدا وتعمل كناقل للإلكترون في السلاسل التنفسية.
5. الماناكوينونات **menaquinones**: موجودة في البكتريا.
6. البلاستوكوينونات **plastoquinones**: وانه plastoquinone يملك صفات مشابه الى ubiquinone ووظائفه في نقل الالكترونات بين الأنظمة الضوئية PSI و PSII المتضمنة في عمليات التركيب الضوئي وهي توجد في الكلوروبلاست للنباتات الراقية والطحالب وهي عديمة اللون الا إنها بتركيز عالي تظهر تفاوت في اللون الوردي.
7. البيرولكوينولينات الكوينون**pyrrolequinolinequinine**: هي المرافقات الإنزيمية للإنزيمات المختلفة مثل dehydrogenases البكتيرية المتضمنة أكسدة الكحولات، الأمينات والسكريات.
8. توبوكوينونات **topoquinones**: هي مرافقات انزيمية لإنزيمات امينو اوكسيديزات amino oxidases المعتمدة على النحاس في البكتريا، الخمائر، النباتات واللبائن.

سادسا: من صنع الانسان\ الميلانينات

وهي مركبات مرتبطة معا في مجموعة واحدة لأنها تتكون من جزيئات متعددة معقدة مع بعض التشابه في وحدات التركيب البنائي فالميلانينات تحدث طبيعيا ومسؤولة عن العديد من الألوان السوداء، الرمادي والأسمر الموجود في النباتات والحيوانات بينما الميلانويدينات والكرامل تتكون بواسطة التفاعلات غير الإنزيمية خلال عمليات التصنيع الحراري للأغذية وان الميلانويدات تنتج كنتيجة تفاعلات ميلارد وخاصة التفاعلات بين السكريات المختزلة ومجموعة الأمين الأولية أو الثانوية أي مجموعة الأمين البروتينية أو الحامض الاميني بينما تفاعلات الكرملة ناتجة عن تأثير الحرارة على السكر وان التفاعلات الكيماوية والظروف للتفاعلات السمراء غير الأنزيمية فأن المراحل الأولية من المسالك للتفاعلات السمراء لتفاعلات ميلارد وتفاعلات الكرملة الذي تكون مختلفة وان التفاعلات غير الأنزيمية لها علاقة مع عدد من مسالك التفاعلات الشائعة في المراحل الأخيرة في عملية الاسمرار وبسبب تعقيد التفاعلات السمراء غير الأنزيمية في المواد الغذائية خلال عمليات التصنيع حيث أن مجموعة الأمين تتضمن جزء من الببتيد أو البروتين وان معظم البحوث تشير الى تفاعل ميلارد باستعمال نظام بسيط وهذه النماذج للأنظمة تتضمن تفاعل بين السكر المختزل والحامض الاميني مثل الزايلوز واللايسين أو الكلوكوز واللايسين أو الكلوكوز والكلايسين، المنتجات متعددة الجزيئات من تفاعلات ميلارد هي الميلانويدات الذي تتميز بواسطة التراكيب الحاوية 2 أو 3 حلقات حيث أن الحلقات تحتوي أوكسجين أو نتروجين المرتبطة الى مجموعة $-CH=$ ويمكن التعرف على عدد من المركبات من التفاعلات للزايلوز مع اللايسين الذي تحتوي حلقات فيوران وهذه الحلقات الذي تكون شائعة في العديد من منتجات تفاعلات ميلارد الملونة المشتقة من تكثيف الكتروفيلي على الكربون النيكلوفيلي في الفرفورال المشتق من تحلل الزايلوز ومن دراسة التفاعل بين الكلوكوز واللايسين بدرجة 150م لإنتاج مركبات ملونه مع صيغة تركيبية $C_{19}H_{33}N_3$ حيث تحدث بلمرة متسلسلة خلال تفاعلات ميلارد تقترح بأن الوحدات أحادية الجزيئية من تلك المركبات تحتوي حلقات فيوران وان التركيب البنائي للمركب المتكون في المرحلة الأولى من الكرملة هو isosacchrosan وان المركب المتكون في المراحل الأخيرة من هدم ستريكر هو caramelan,caramelen,caramelin، لان

تلك التفاعلات السمراء اللا أنزيمية المستعملة لإنتاج الملونات الغذائية مثل الكرامل والميلانويدينات والفلافونات تعتبر من صنف الاصطناعية أو التركيبية الصناعية يجعلها من صنع الانسان، فالمنتجات الغذائية المصنعة مثل تحميص الخبز، التحميص الأسمر على المنتجات العجينية تؤثر على المظهر والطعم من التفاعلات السمراء غير الإنزيمية وان اللون والطعم للقهوة المحمصة بسبب التفاعلات السمراء غير الإنزيمية وان اللون والطعم للشاي الأسود بسبب التفاعلات السمراء غير الإنزيمية وفي تلك المنتجات تكون الميلانويدينات تحدث طبيعيا، تركيبيا فإن الميلانينات تفقد المتانة وهي غير ذائبة في الماء او المذيبات العضوية وظروف الحكة تحتاج الى اذابة الميلانينات، وان الميلانين الموجود في teliospores من فطريات Smut من جنس Ustilago maydis من واصل catecho وان افصل صفة مميزة للميلانينات الفطرية هي تخليقها من 1، 3، 6، 8- رباعي هيدروكسي نافثالين للحصول على ميلانينات ثنائي هيدروكسي نافثالين الذي يحصل عليها من تخليق polyketide الذي تنتج بواسطة البكتريا، الفطريات والنباتات من المولدات البسيطة والشائعة مثل الخلات، البروبيونيت والبيوتريت والميلانينات الفطرية تقع في جدار الخلية بشكل حبيبات أو ليفيات ولا تكون مهمة للنمو الاعتيادي والتطور وهي تملك صفات مهمة جدا وهي تكون جذور حرة إلا أنها تسبب إزالتها ومعادلتها وهي تنتج طاقة بشكل حرارة والذي تحمي من تأثيرات التلف الإشعاعي وطاقة الالكترونات كما آن وجودها في خليط الحضن يحمي الإنزيمات من التثبيط بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وبعد حادثة تشرنوبيل الذي سببت تلوث البيئة بما فيها التربة سببت تغير في أجناس البكتريا وان كل تلك الصفات تشير الى أن دور الميلانين البشري في الحماية ضد ضوء الشمس وهي أيضا تتضمن في الاستجابة المناعية وان المقاومة للرز الى جنس Piricularia oryze مرتبط مع التخليق للميلانين ولحماية نفسها من ظروف الشد الفطريات تنتج ميلانينات الذي تشكل 30% من سبورات جنسAgaricus bisporus وان الطاقة يمكن تطبيقها لتوليد كميات عالية من الميلانين للحصول على فوائد من الدور المهم المرتبط معها وان جنس Phaecoccomyces sp أكثر مقاومة للأشعة فوق البنفسجية من مظفرات albino وان ميلانين جدار الخلية في conidia من جنس Cochliobolus sativus يحميها من التحلل lysis في الترب الطبيعية وفي مستحضرات الإنزيمية التحليلية، الميلانينات تحمي من درجات الحرارة الشديدة وان

جنس Streptomyces galvus ينتج ميلانين فقط بدرجات الحرارة العالية من النمو 42 - 47 م في حين سمك جدار الخلية يكون مضاعف وان الميلانينات لها القدرة لربط المعادن وعندما أي معدن يكون سام للإحياء فأن الميلانين يمنع دخوله الى الخلية وان الميلانينات من جنس Azotobacter salinestris يعمل كحاجز حديد لحماية الخلايا من التلف التأكسدي وان المحتوي الضعيف للمعادن يكون مهم للإحياء وان المعادن تكون معقدات بواسطة الميلانينات مما تكون أكثر توفر وان ryzomorph mycelia من جنس Armillaria spp يجمع ايونات الألمنيوم، الزنك، الحديد والنحاس من 50 الى 100 مرة من مستواها الموجود في التربة المحيطة وان الفطر يحمي من الإحياء المجهرية من نوع antagonistic بواسطة تغطية ايون المعدن وان الميلانين يحمي من التجفيف.

تقسيم الميلانينات

1. **الوميلانينات allomelanins**: ذات الوان صفراء – سمراء وهي جزيئات متعددة من انواع مختلفة من الجزيئات الأحادية الاندولية والفينولية وهي جزيئات غير متجانسة وتكون جزيئات كبيرة ومعقدة وهي مسؤوله عن اللون الأسود، الرمادي والأسمر في الحيوانات، النباتات والأحياء الدقيقة حيث تكون معقدة مع البروتين ومع الكربوهيدرات وتتجمع في البذور، السبورات والفطريات وكيماويا فأن كوينونات والذي لا علاقة لها الى الميلانينات الأخرى، الميلانينات الميكروبية اصلا من عدد من الجزيئات الأحادية المختلفة الى إنها لا تحتوي نتروجين مقارنة الى الميلانين في اللبائن.
2. **ايوميلانينات eumelanins**: تكون ذات الوان من سوداء– سمراء وتنتشر على نطاق واسع ومسؤولة عن اللون الأسود والأسمر والبروتينات في العبوات المسماة melanosomes.
3. **فيوميلانينات phaeomelanins**: تكون سمراء وتوجد في العائلة المركبة وهي منخفضة قابلية الذوبان ومشابه الى eumelanins وتوجد في Esclerotins arthropods.

سابعا: الصبغات الحشرية

صبغات كوشينيال cochineal: مادة ملونه حمراء قديمة جدا تستعمل كمواد ملونه غذائية مهمة في الصفات التكنولوجية مثل قابلية الثبات، الوضوحية وتفاوت اللون المرغوب وتأثيرها على الألوان الطبيعية استعملت قبل 5000 سنة قبل الميلاد عندما المرأة المصرية استعملته لتلون الشفاه وتستعمل منذ وقت طويل في الهند وأوروبا وان أصل الحشرة المكسيكو وتستعمل الصبغة في العديد من دول العالم لتلوين القماش الذي يظهر لون احمر براق ثم نقلت الحشرة الى دول أخرى وان الحشرات تنمو على الصبار وكل حوالي 80000 - 100000 حشرة لازمة لإنتاج 1 كغم من المادة الملونة ويحصل علية من أجسام الحشرات الأنثوية قبل مرحلة وضع البيض وخاصة Dactylopius coccus بواسطة استخلاص الصبغة الذي ينجز مع الماء الساخن للحصول على منتج يعرف المستخلص البسيط من الكوشينيال ويتم الاستخلاص مع الايثانول للحصول على محلول احمر ويتم استبعاد الكحول الذي ينتج في المحلول المركز مع 2– 4% من حامض الكارمينيك الذي يكون المادة الملونة الرئيسية ويكون الحامض ذائب في الماء او معاملة الأجسام المجففة مع الايثانول وبعد إزالة المذيب والمجفف يحتوي حوالي 2-4% من carminic acid محاليل carminic acid ذو أس هيدروجيني 4 الذي تبين مدى من الألوان من الأصفر الى البرتقالي اعتمادا على التركيز إلا انه يملك قابلية للتفاعل مع أنواع من المعادن الذي تكون صبغات غير ذائبة في الماء تسمى carmines وان تعبير carmine يستعمل في العديد من الدول لتصميم الكالسيوم أو كيك الألمنيوم الكالسيوم من حامض الكارمينيك وعندما يكون معقد مع الألمنيوم وهي سلسلة من تفاوت اللون الأحمر البراق الثابت الذي يتراوح من الشليك\الفراولة الى العناب الذي يمكن إنتاجها اعتمادا على نسبة الألمنيوم الى حامض carminic acid والمستخلصات النقية من cochineal يعبر عنها اللون القرمزي Carmine وهذا يشير الى حامضcarmini مع الألمنيوم، الكالسيوم أو المغنيسيوم وان carmine يحتوي حوالي 50% من حامض carminic وان carmine مادة ملونة غذائية جيدة جدا وهي مثالية الاستعمال في الأغذية مع أس هيدروجيني أكثر من 3,5 مثل اللحوم المعلبة ومنتجات الدواجن وكذلك تستعمل في مدى واسع من المنتجات الأخرى مثل المربيات، مثلجات الجيلاتين،

الحلويات، منتجات الألبان، المشروبات غير الكربونية وان مستخلص cochineal و carmine لا تكون مسرطنة واستعمال carmine لغاية 100 ملغم\كغم\يوم تظهر خفض النمو في مستويات عالية، carmine يعود الى صنف anthraquinone من المركبات والعديد من المركبات ذات العلاقة القريبة كيمياويا الذي تستعمل كمواد ملونة ويمكن الحصول علية من الحشرات من جنس Kermes ilicis أو Kermococcus vermilis الذي تنمو على شجرة البلوط وهو يحتوي حامض kermisic و aglycone من حامض carminic ومناظراته من ceroalbolinic وصفاتها تكون مشابه الى carmine، صمغ اللك lac هو مادة ملونه حمراء يحصل عليها من حشرة من جنس Laccifera lacca الذي توجد على العديد من العوائل لأشجار في الهند وماليزيا وحشرة اللك معروفة لإنتاج اللك المصفى shellac وهو يحتوي خليط معقد من anthraquinones، الشنجار Alkanet صبغة حمراء من جذور جنس Alkanna tinctoria Taush و Alchusa tinctoria Lom.

الصبغات الطبيعية الأخرى من الحشرات: kermes يحصل عليه من حشرات Kermes ilicis أو Kermococcus vermilis الذي توجد في بعض البلوط من صنف Quercus coccifera، اللك الأحمر منتج بواسطة Laccifera lacca الذي تنمو على شجرة Schleichera oleosa, Zyziphus Mauritania, Butea monsperma وان اللك هو خليط معقد من صبغات snthraquinone وان Kermes والكل له علاقة قريبة من بعضها الى حامض الكارمينيك إلا إنها مسموحة لا بواسطة التشريعات القانونية ولا بواسطة FDA او صبغات Monascus يحصل عليها من فطر .Monascus spp وهي تنتج بواسطة تخمر الحالة الصلبة وهي صبغات تملك أهمية بسبب تحسين قابلية الثبات والوضوحية وتفات اللون مقارنة مع المواد الملونة الطبيعية الأخرى.

ثامنا: الصبغات الفطرية Monascus

الفطريات من جنس Monascus تنمو في المواد الأساس الغنية في الكربوهيدرات وان Monascus spp، تنمو في الرز المبخر والكتلة الكلية المأكولة

الطازجة، المجففة والمطحونة أو المدموجة الى الأغذية الأخرى والصفات هـذه الفطريـات هـي polyketide وان سـتة منهـا تم عزلهـا وظهـر مـدى اللـون الأصـفر monscin ankaflavin، البرتقـــالي monascorubrin,rubropunctamine والأحمـــر monbascorubramine,rubropunctamine والمصـادر الرئيسـية للصـبغات الحمـراء في أسـيا هـو M.purpureus، صـبغات الفطـر منتجـة في اليابـان والصـين وتايوان في طريقة تقليدية مع طريقة Koji وفي هذه العملية فأن المادة الأساس الصلبة مثل الرز، الحنطة، فول الصويا، الذرة والحبـوب الأخـرى الملقحـة مرتبطـة مـع المرحلـة الثانيـة وان طريقـة Moromi الـذي بواسـطتها المنتجـات مثـل نبيـذ الـرز وصلصـة الصويا المنتجة والعمليـات المبكـرة مـن إنتـاج صـبغاتMonascus غـير مقنعـة لان إنتاج الفطر للمضـاد الحيـوي monascidin A الـذي يكـون غـير مرغـوب كمكونـات غذائية والسلالات الجديدة والظروف لعمليات التصنيع تنجز لتجنـب إنتـاج المضـادات الحيويـة وان M.purpureus مهمـة في التخمـر للحالـة الصـلبة وان المـواد الأسـاس المختلفة وعمليـات التصـنيع لتحسـين نوعيـة وكميـة صـبغات Monascus وأهميـة الخلط ومستويات الأوكسجين وثاني اوكسيد الكربون المثبتـة وفي عمليـة التخمـر فـان الأوكسجين وثاني اوكسيد الكربون يجب السيطرة عليهـا بعنايـة بواسـطة إدامـة ثـاني اوكسيد الكربون في 0,02 جو وإنتاج الصبغة يزداد من 130- 204 ملغم\غـم مـن الرز الصلب عندما الأوكسجين يزداد من 0,01- 0,05 جـو وان إدامـة الأوكسـجين ينخفض إنتاج الصبغة ويمكـن تحسـين الأنظمـة مـع التهويـة والتغذيـة المسـتمرة يحفـز الصبغات عالية الكمية والنوعية وان الصبغات الحمراء تتفاعل مـع المجـاميع الامينيـة الذي تكون مركبات ذائبة في الماء الذي تملك قابلية ثبـات حراريـة اكـبر وقابليـة ثبـات ضوئية من المركبات الأم وان بعض ظروف التخمر تساعد في الإنتاج الخلوي للصـبغات ويقل التمدد وان تخليق ankaflavin يـتم في أس هيـدروجيني 4 وان المـزارع الحاويـة يبتون وألمنيوم تنتج أكثرmonascorubramine من تلك الذي مع النترات كمصـدر للنتروجين وان الأس الهيدروجيني والمصادر النتروجينية مـتغيرة الـذي يمكـن السـيطرة عليها لإنتاج منتخب من صبغات Monascus وهذه تكون ذائبة في الايثانول وقليلـة الذوبان في الماء واللون يعتمد على الأس الهيدروجيني وان محاليل الايثانول هي البرتقالي في أس هيدروجيني 3-4 واحمر في 5 - 6 واحمر- شاحب في أس هيدروجيني من 7- 9 وهي حساسـة للضـوء وأكثـر ثبـات في 75% كحـول مـن في المـاء وثابتـة حراريـا لغايـة

100م في ظروف متعادلة أو قلوية وهذه الصبغات هي مواد ملونة للحوم المصنعة ومنتجات البحرية، الجلي، المربى، الايس كريم، كجب الطماطة، صلصة الصويا وان تلك الصبغات غير مسموح استعمالها في بعض الدول وفي منتجات اللحوم فان الصبغات الحمراء أكثر حساسية من الجزء الأصفر وتقييمها ينجز بواسطة التعرض للضوء لمدة 50 يوما بدرجة 100 م لمدة 8 ساعات وان تلك الصبغات أفضل مواد ملونة من مضافات الأغذية التقليدية كما في أملاح النتريت، عملية Koji تلقيح كتلة الحبوب الصلبة مع الفطريات وخاصة جنس Monascus purpureus والتجفيف للمادة الأساس لإنتاج رز احمر الذي يستعمل كمادة ملونه للعديد من الأغذية، اجناس Monascus تنتج 6 صبغات وان monascin و ankasflavin تكون صفراء rubropunctain و monascorubin تكون حمراء بينما rubropunctamine و monascorubramine تكون شاحبة والصبغات تكون فعالة جدا وتتفاعل مع أنواع من المركبات مثل polyamino acids, amino alcohols ,chitin amines, hexamines، البروتينات، الأمينات السكرية، امينو حامض البنزويك والعديد من المركبات الأخرى لإنتاج مركبات مع قابلية ذوبان في الماء، قابلية ثبات حراري وقابلية ثبات ضوئي أعلى من المركبات الأم وقابليتها للنمو علة المواد الأساس الصلبة تؤدي الى كبر جسم المعلومات على تقليل إنتاج الصبغات في تخمر الحالة الصلبة ظروف النمو تستطيع تحوير لأقل نسبة من الصبغات المختلفة ولعدد من المركبات الأخرى مع تشابكات صحية وان صبغات monascus تذوب في الايثانول ومشتقات تكون في الماء ومدى اللون من الأصفر الى الشاحب يمكن انتاجة بواسطة مضاربة نسبة الصبغات والأس الهيدروجيني، قابلية ثباتها في الوسط المتعادل هو فائدة حقيقية وان المواد الملونة تكون مناسبة للحوم المصنعة، المنتجات البحرية، الايس كريم، المربى، صاص الصويا وقابلية ذوبانها في الكحول يجعلها مناسبة للمشروبات الكحولية مثل saki، تستهلك المادة الملونة وتكون أمينة للاستهلاك البشري والاختبارات مع سلسلة من الأحياء المهجرية لن يظهر طفرة وراثية ولم تلاحظ أي سمية أو تأثير في إخصاب بيض الدجاج وان الصبغة الصفراء تملك جرعة مميتة عندما يكون تركيزها 132 ملغم\20 غم بعض السلالات تنتج مضادات حياتية الذي تكون غير مرغوبة كمادة ملونه للغذاء إلا انه من الممكن اختيار سلالات manascus الذي لا تنتج مضادات حيوية وهناك عدد كبير من التقارير الذي توصف استعمال مستحضرات

manascus في الأدوية العشبية ودعم الغذاء وهذه تتضمن إيقاف إنتاج الأورام، تنظيم إنتاج الكلوبيولينات المناعية، انخفاض في ارتفاع أو فرط اللبيدات في الدم وخفض تسمم الكبد المستحدث بواسطة aminoacetaphen بواسطة فعل إنزيم antixidase واحد الامثلة هو cholestin الذي يحصل علية من الرز الأحمر المنتج في الصين بشكل mutraceutical ويحتوي مثبط طبيعي لتخليق محدود السرعة من الكولسترول وهي تخفض الكولسترول الكلي، البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة ومستويات الكلسيريدات الثلاثية بينما يزداد مستوى البروتينات الدهنية مرتفعة الكثافة وان nutracetical مع تأثيرات مفيدة لمرض القلب هي منتجات مرغوبة جدا لذلك فأن cholestin يليها العديد من المنتجات الأخرى الذي تنتج لأقصى محتوى من المكونات الفعالة واحد المشاكل هي أن المكونات الفعالة متماثلة الى Mevacor وهي وصفة طبية وان cholestin هو دواء وليست مادة لدعم الغذاء.

تاسعا: الملونات المعدنية

بدأ تنظيم المواد الملونة في الغذاء عام 1900 في الولايات المتحدة الأمريكية بينما لم يبدأ في الاتحاد الأوروبي إلا في عام 1950 وبدأ ظهور مشاكل صحية مختلفة من استعمال الأغذية المصبغة مع الصبغات غير العضوية مثل المحللات الملونة مع كبريتات النحاس أو الاجبان الملونة مع كبريتيد الزئبق vermilion والرصاص الأحمر Pb_3O_4 أو الشاي الأخضر الملون مع زرنيخات النحاس، كرومات الرصاص والانديكو أو الحلويات السكرية والحلويات الأخرى المصبغة مع كرومات الرصاص، الرصاص الأحمر، كبريتيد الزئبق والرصاص الأبيض أي كربونات الرصاص، بعض المركبات غير العضوية لا تزال تستعمل كمواد ملونة في الأغذية مثل ثاني اوكسيد التيتانيوم، أسود الكربون بينما الأخرى المستعملة بصورة رئيسية بسبب صفاتها الأخرى ومع إنها تعزى الى اللون مثل كربونات الكالسيوم المضافة كعامل مضاد للتكتل، الحموضة، المنظم، المستحلب والمثبت إلا إنها تعزى الى اللون، كلوريد المغنيسيوم وهيدروكسيد المغنيسيوم هي مضافات غذائية الذي تعزى الى لون الغذاء.

1. **ثاني اوكسيد التيتانيوم Titanium dioxide**: صبغة بيضاء مهمة تستعمل في التجارة العالمية وهذه الصبغة تستعمل في مدى واسع من التطبيق في الأصباغ،

الأحبار، البلاستيك، المصاص، الورق والأنسجة وان نسبة قليلة من الإنتاج العالمي يستعمل في الأغذية والأدوية، التيتانيوم هو تاسع عنصر موجود في القشرة الأرضية وهو أكثر وفرة من الزنك، النحاس، الرصاص والقصدير وفي الحقيقة، التيتانيوم أكثر سمية واقل فعالية كمواد ملونة بيضاء وان ثاني اوكسيد التيتانيوم يكون صبغة بيضاء ويسلك قابلية ثبات ممتازة تجاه الضوء، الأكسدة، الأس الهيدروجيني ومهاجمة الأحياء المجهرية وانه يحصل علية من استراليا، إفريقيا وآسيا وان مضافات اللون يحصل عليها من التخليق لتجنب المزج مع المواد الأخرى وان صبغة ثاني اوكسيد التيتانيوم التجارية منتجة بواسطة إما عملية الكبريت أو عملية الكلوريد وفي عملية الكبريت فانه يتفاعل مع حامض الكبريتيك ثم المنتج يتحلل للحصول على اوكسيد مائي الذي يحرق بدرجة 900 م لإنتاج ثاني اوكسيد التيتانيوم.



$$FeOTiO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow TiOSO_4 + FeSO_4 + 2H_2O$$

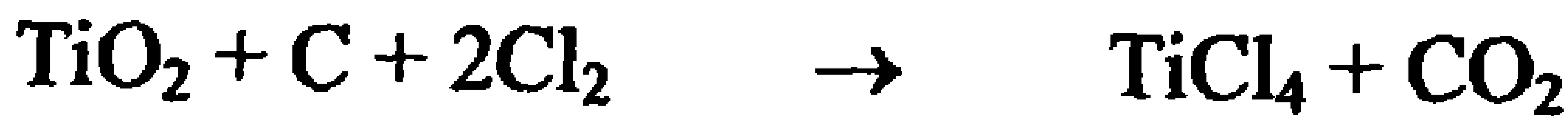


$$TiOSO_4 + 2\,H_2O \rightarrow TiO(OH)_2 + H_2SO_4$$

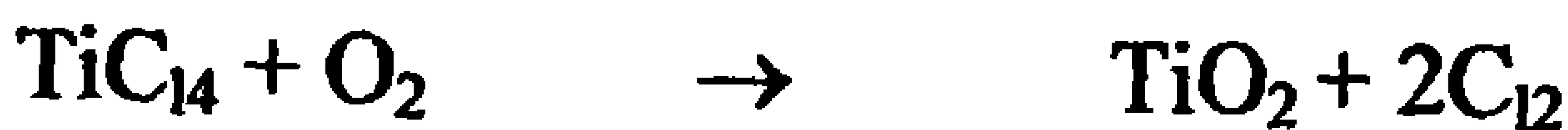


$$TiO(OH)_2 \rightarrow TiO_2 + H_2O$$

عملية الكلوريد: طورت عام 1920 إلا إنها لا تطبق تجاريا حتى عام 1950 وان ثاني اوكسيد التيتانيوم Ore يتفاعل مع الكلوريد الغازي بوجود فحم الكوك للحصول على رابع كلوريد التيتانيوم السائل والمنتج يقطر ويتأكسد في الحالة البخارية لإنتاج ثاني اوكسيد التيتانيوم.



$$TiO_2 + C + 2Cl_2 \rightarrow TiCl_4 + CO_2$$



$$TiC_{14} + O_2 \rightarrow TiO_2 + 2C_{12}$$

التحويرات المختلفة تكون مطبقة للحصول على ثاني اوكسيد التيتانيوم مع موازنة الصفات المطلوبة والخصائص لثاني اوكسيد التيتانيوم المستعملة للصناعات الغذائية والصيدلانية ومواد التجميل والذي تستعمل في نطاق واسع في العالم والذي

تستعمل بدرجة عالية من النقاوة للصبغات المسموح استعمالها وان الصبغات غير المغطاة مع مستويات منخفضة من الشوائب يمكن استعمالها وهذه anatase الصبغات تملك محتويات عالية من ثاني اوكسيد التيتانيوم بين 95 و99 وان اوكسيد التيتانيوم تستعمل بصورة عامة للأغذية الملونة إلا أن الكمية المضافة يجب أن لا تزيد عن 1% من وزن الغذاء والاستعمال الأساسي هو في الحلويات السكرية لتعطي نهاية بيضاء أو كخلفية للألوان الأخرى وان ثاني اوكسيد التيتانيوم غير الذائب في كل المذيبات الشائعة إلا إنها تكون ذائبة في الأحماض المعدنية مثل حامض الهيدروكلوريك وحامض الكبريتيك بينما التجارية تكون أشكال منتشرة في الزيت والماء وتستعمل لتلوين الحلويات، الاجبان، المثلجات، الأدوية بشكل حبوب وأنواع مواد التجميل وأهمية البياض في الخواص الثانوية للمنتجات مثل الحليب الخالي من الدهن والمنتجات البحرية وان استعمال صمغ الزانثان بنسبة 0,05% يثبت انتشار ثاني اوكسيد التيتانيوم لتجهيز أفضل صفة بياض وبدون تأثيرات غير مرغوبة بالإضافة الى أن ثاني اوكسيد التيتانيوم تستعمل كغشاء حامل بواسطة التغطية للعبوات الزجاجية لحماية الأغذية الحساسة من الضوء وان الغشاء يحضر بواسطة إضافة 20 غم من ثاني اوكسيد التيتانيوم\كغم من الجزيئات المتعددة والمستعملة لحماية المنتجات الحاوية كرامل الذي يتم هدمها بواسطة الضوء، سلعة صناعية كبيرة مع إنتاج عالمي إلا أن نسبة قليلة منها تستعمل كمواد ملونه غذائية وان المادة التجارية المنتجة من المعادن الذي تحدث في 3 إشكال بلورية إلا إن انه واحدة فقط تستعمل في الغذاء هي anatase الصناعية والذي تحدث في الطبيعة إلا انه تحتوي بعض الشوائب وهي مركبات ثابتة جدا مع قابلية ثبات ممتازة تجاه الضوء، الأكسدة والتغيرات في الأس الهيدروجيني وان المهاجمة الميكروبيولوجية وهي غير ذائبة في كل المذيبات الشائعة وهي متوفرة في إشكال منتشرة في الزيت ومنتشرة في الماء، مع أنواع واسعة من الحاملات وهي فعالة جدا في مبيضات الحلويات، السلع المشوية، الاجبان، المثلجات والعديد من مستحضرات التجميل والصيدلانية، تتعرض لعدد من اختبارات الأمان وتوجد في حالة غير سامة وغير متسرطنة وتسلك تأثيرات غير عكسية والجرعة القاتلة أكثر من 25 غم\كغم\يوم، استخدام مادة التيتانيوم في المأكولات يهدد مستهلكيها بأمراض خطيرة عند استخدام مادة التيتانيوم في صناعة الطحينية السائلة وبعض المأكولات الأخرى وتسببها في إمكانية الإصابة بمرض

السرطان وهي مادة تستخدم لتبييض وتخفيف ألوان الأصباغ ومزيل الأحبار وكانت تستخدم من قبل كثير من المطاعم والبوفيهات في تبييض مادة الطحين وكذلك الحمص والمتبل والألبان وفي العديد من المأكولات بكميات مخالفة لما هو مقرر من قبل هيئة المواصفات والمقاييس الدولية والتي نصت على ألا تزيد هذه الكمية على 100 جزء من المليون وذلك بما مقداره 1 غم\10 كغم.

2. اسود الكربون: مركب من محتوى ثابت من الكربون من 80 -96% ومركبات طيارة وجزيئات تكون حجم غروي من 20- 65 ميكروميتر وهو ينتج بواسطة الاحتراق المسيطر علية من الغاز الطبيعي يليه حرق مقابل سطح متحرك من الحديد البارد لترسيب اسود الكربون الذي يسيطر عليه للحصول على الجزيئات ذات الخواص المرغوبة وان اسود الكربون يعتبر من بين الألوان الأكثر اسوداد وهو يستعمل في تلوين الأغذية وان استعماله محدود جدا ويستفاد منه في الحلويات السكرية يشغل حجم كبير في المجال الصناعي إلا أن استعمالاته محدودة في مجال الصناعات الغذائية وهو مشتق من مواد الخضراوات وغالبا ما يكون بقايا نباتات متحجرة بواسطة الاحتراق الكامل الى كربون وحجم الجزيئات صغير جدا وغالبا ما يكون اقل من 5 ميكروميتر ومن الصعب جدا تداوله وهو يباع للصناعات الغذائية بشكل عجينة لزجة في عصير كلوكوز وهو ثابت جدا وتكنولوجيا مادة ملونة فعالة جدا ويستعمل على نطاق واسع في أوروبا في صناعة الحلويات، وهو يحتوي أمينات حلقية غير متجانسة وهو ذات كلفة عالية.

3. كلوكونيت الحديدوز **Ferrous gluconate**: هذه المادة تكون مسحوق ناعم الذي يكون ذو لون رمادي – مصفر أو اصفر – مخضر شاحب ويستعمل لزيادة اللون في الزيتون الناضج.



$$\{CH_2OH\text{-}CHOHCHOHCHOHCHOHCOO\text{—}\}_2Fe2H_2O$$

4. الالترامارينات **Ultramarines\ultramarine blue**: هناك ألوان صناعية ذات تراكيب غير معروف إلا إنها تصنف في مجموعة المركبات غير العضوية وهي ارتباط معقد من السليكا، الالومينا، اوكسيد الصوديوم والكبريت وهذه المواد الملون تظهر صبغة تركيبية هي $Na_2Al_6\ Si_6O_{24}S_3$ وهي مواد ملونة أنتجت منذ

عام 1828 وهي تصنع من خلط Kaolin\ الطين الصيني، السليكا، الكبريت، رماد الصودا، كبريتات الصوديوم وعوامل اختزال نتروجينية مثل rosin,charcoal pitch ويعرض الخليط الى عملية بواسطة المعاملة الحرارية لغاية 800 م لمدة 24 ساعة يليها تبريد بطئ وان المواد calcinated يتم غسلها، ترطيبها، تجفيفها وتعبئتها وان الألوان المختلفة يمكن الحصول عليها اعتمادا على المكونات وظروف العملية وهي غير ذائبة في الماء والمذيبات العضوية وتستعمل لإعطاء لون ازرق للمنتجات ويتراوح مدى اللون من البنفسجي أو الأحمر الى الأخضر ويستفاد منها لتبيض السكر، ومسموح استعمالها بتركيز 0,5% في مستحضرات الأعلاف كمصدر للأملاح وهي كذلك تستعمل على نطاق واسع في مواد التجميل.

5. كربونات الكالسيوم: هي احد المعادن الشائعة وان 15% من الأرض هي مواد كربونية وان المادة تكون موجودة في الطبيعة بشكل طباشير، حجر كلس limestone، مرمر marble، feldspar وان نسبة مئوية صغيره جدا من الترسبات تكون ذات نوعية مناسبة لعمليات التصنيع الى منتجات الذي تستطيع أن تصنف كصبغة، كربونات الكالسيوم الصناعية تعرف بشكل كربونات الكالسيوم المترسبة وهناك أربع طرق صناعية منها الطريقة المباشرة، Solvay soda و lime soda وفي الطريقة الرابعة فإن المادة الذي يحصل عليها كمنتج ثانوي من إنتاج الأسمدة الكيماوية وان الطريقة الأكثر أهمية هي الطريقة المباشرة الذي فيها حجر الكلس يسخن الى أكثر من 900 م لتكوين اوكسيد الكالسيوم وثاني اوكسيد الكربون، الحجر المحروق يشرب بالماء وتتم كربنته باستعمال ثاني اوكسيد الكربون المنقى من عملية الاحتراق.

نوعية كربونات الكالسيوم: تعتمد على نوعية حجر الكلس المستعمل وعلى عملية التنقية وان أفضل مادة خام وعملية تستعمل للحصول على درجة غذائية ودوائية، وفي العمليات الأخرى فأن كربونات الكالسيوم لا يمكن إنتاجها في درجة عالية من النقاوة الذي تستعمل كمضافات غذائية أو دوائية وان كربونات الكالسيوم لا تكون سامة ولا خطرة للصحة وهي مدرجة في كل قوانين الأغذية كمضافات غذائية وتستعمل كمعادن لأعلاف الحيوانات وان كربونات الكالسيوم لم يصادق عليها

كمضافات غذائية في بعض دول العالم إلا إنها مصادق عليها كمضافات دوائية وهي مادة أمينة الاستعمال وهي تستعمل كمون غذائي في صمغ العلك، معجون الأسنان وفي بعض الحلويات السكرية بدلا من ثاني اوكسيد التيتانيوم وان كربونات الكالسيوم الصناعية يستفاد منها كمادة مالئة للأغذية المعبئة.

6. اوكسيدات كسيدات الحديد: مادة التلوين السمراء sienna أو الحمراء وهي مواد ملونه رئيسية لها نفس تأثير ثاني اوكسيد الحديد ومادة التلوين الصفراء تحرق الى طيف اسمر – احمر أو صبغ احمر داكن Umber وهي مادة رمادية – مخضرة الذي يمكن تكليسها بدرجة حرارة عالية من 500 -800 فهرنهايت الى عنبر محروق ومادة الدهان الصفراء الباهتة ochers الذي تحرق الى اللون الوردي، الطين الأحمر والإصباغ اللونية الأخرى وان الترسبات الرئيسية لاكاسيد الحديد موجودة في كثير من دول العالم وان اكاسيد وهيدروكسيدات الحديد تجهز ألوان في مدى من الأحمر، الأصفر والأسود وان صبغات اكاسيد الحديد تسد متطلبات البلاستيك، الصبغات، الأحبار وفي ارتباط مع الغذاء وان بعضها يفي بمتطلبات مواد التجميل وهي تأتي بعد ثاني اوكسيد التيتانيوم من ناحية الحجم المستهلك وهي ذات قابلية ثبات حراري وضوئي ممتازة وان اكاسيد الحديد يحصل عليها بواسطة 3 عمليات تصنيع مختلفة وطبقا الى كل التشريعات فإنها تعرف كصبغات غير عضوية وتستعمل كمضافات غذائية وان اوكسيد الحديد الأحمر المسمى red 101 يكون احمر براق أو احمر هندي، احمر تركي وferrite red وهناك ferrite yellow والذي يعرف الدهان الصناعي، ferrite oxide monohydrate,iron oxide yellow أو الصبغة الصفراء 42 واسود اوكسيد الحديد ويمكن إنتاج اوكسيد الحديد الأحمر.

7. تكلس كبريتات الحديدوز: تكلس كبريتات الحديد الى اوكسيد الحديد وتنجز العملية في مرحلتين هي سحب الماء والتحليل الكيماوي بالتسخين يتم غسل اوكسيد الحديد المكلس وتجفيفه وطحنه وتعبئته وفي هذه العملية فأن مدى اللون من المضيء الى الداكن وان شكل الجزيئات كروي.

8. ترسيب اوكسيد الحديد الأحمر: ينتج اوكسيد الحديد الأحمر المترسب بواسطة تكوين نويات الذي فيها يستعمل بذر اوكسيد الحديد في المحلول السائل من

أملاح الحديدوز وان حجم الجزيئات يسيطر على طيف الاوكسيد المنتهي حيث يوقف تكوين النويات في مستوى الطيف الصحيح ومن ثم ترشيح اوكسيد الحديد الأحمر المترسب وتجفيفه حيث تكون الجزيئات منتشرة رخوة.

9. تكلس اوكسيد الحديد الأصفر: اوكسيد الحديد الأحمر المنتج من اوكسيد الحديد الأصفر الذي يتم تكلسه وشكل الجزيئة مشتق من اوكسيد الحديد الأصفر.

10. تكلس اوكسيد الحديد الأسود: ينتج اوكسيد الحديد الأحمر من اوكسيد الحديد الأسود وان اوكسيد الحديد الأحمر ينتج بواسطة الكلسنة لاوكسيد الحديد الأسود الصناعي بالتسخين، شكل الجزيئة يكون كروي ومتوفر في مدى واسع من الألوان.

11. اكاسيد الحديد الحمراء: لا تسلك كألوان نقية أو عالية صفاء اللون من الصبغات العضوية إلا إنها ذات سعر منخفض وان محتوى الماء لمادة ferrite yellow $Fe_2O_3.xH_2O$ هو تقريبا 10,1% وهو ينتج من iron ores منتخب وهو ochers + raw siennas وبواسطة ثلاث طرق مختلفة هي:

أ. طريقة القشط Penniman –Zoph /Scrap: هذه العملية تستعمل القشط بالفولاذ غير قابل للصدأ وأملاح الحديدوز وان الخطوة الأولى هي تكوين نوية اوكسيد الحديد الصفراء ثم بذر اوكسيد الحديد الأصفر ينتقل الى الإناء الذي يحتوي القشط ومحلول أملاح الحديدوز المخفف وبوجود الأوكسجين فأن كبريتات الحديدوز تتحول الى اوكسيد الحديد وفي التفاعل فأن ينتج حامض الكبريتيك الذي يتفاعل مع الحديد في الإناء لتوليد كبريتات الحديدوز ويمكن إدامة التفاعل حتى تصل البلورات الى الحجم الصحيح لطيف اللون المرغوب وان معلق الصبغة يمكن نزعه من الخزان وان المنتج يمكن غسله وتجفيفه وطحنه وتعبئته.

ب. عملية الترسيب المباشر: يتكون البذار كما وصف سابقا ينقل الى إناء التفاعل الذي يحتوي محلول من أملاح الحديدوز، الأوكسجين والقلوي فان القلوي يستعمل لمعادلة حامض الكبريتيك المنتج الذي يسمح لاستمرار التفاعل فالفروقات الرئيسية عن عملية penniman هو أن في هذه العملية فأن iron scrap لا يستعمل في خطوة نمو البلورات.

ج. عملية الانيلين: يستعمل الحديد المعدني لاختزال أحادي نترو بنزين والانيلين لتكوين اوكسيد الحديد.

12. اسود اوكسيد الحديد: يعرف اوكسيد أحديديك الحديدوزي أو اوكسيد الحديد II,III ذو الصبغة $FeO.Fe_2O_3$ وهو يحضر من محاليل املاح الحديدوز بواسطة عملية ترسيب ذو حالة منفردة أو مزدوجة أو بواسطة عملية Laux بواسطة اختزال نترو بنزين مع حديد معدني، وفي عملية ذو مرحلتين.

أ. أملاح الحديد I مثل الكبريتات الذي يضاف لها قلوي لترسيب الحديد وأكسدة المحلول لتحويل الراسب الى goethite.

ب. إضافة قلوي الى المحلول لترسيب أكثر من الحديد والراسب يسمح له أن يتفاعل مع goethite لتكوين اسود اوكسيد الحديد بالإضافة الى ذلك في المرحلة الثانية فان المعدن مثل النحاس، النيكل، الألمنيوم، الكروميوم، التيتانيوم، الزركونيوم أو الفاناديوم بتركيز من 0,5-5% تضاف للحصول على الصبغة مع كثافة لون عالية، صبغة اسود اوكسيد الحديد المترسبة تجفف وتسحق الى جزيئات دقيقة الذي تعتمد على الاستعمال وعملية Laux هي مضاهية الى عملية الانيلين الموصوفة سابقا إلا أن الظروف تكون محورة للحصول على منتج مع تركيب magnetite وفي عملية اختزال نتروبنزين فان الصبغات تتعرض الى معاملة حرارية بدرجة 200-800 م تحت ظروف جوية غير مؤكسدة الذي تسمح السيطرة على الظروف للأكسدة الذي تكون أساسية للحصول على اسود اوكسيد الحديد، اوكسيد الحديد لا يذوب في معظم المذيبات إلا إنها تكون ذائبة في حامض الهيدروكلوريك وهي مسموح استعمالها بتركيز لا يزيد عن 0,25% بواسطة الوزن في عجينة السمك والاعذية ومسموح استعمالها للأغراض الصيدلانية ومواد التجميل وهذه الصبغة تعتمد على المعاملة الحرارية.

13. الفضة، الذهب والألمنيوم: تستعمل تلك المعادن بشكل مسحوق أو في صناعة الحلويات والكيك واستعمالها في الغذاء لا يسمح في بعض دول العالم.

14. المواد الملونة الأخرى: هناك عدد من المستحضرات المستعملة في حجم صغير أو مع اقل تأثيرات على اللون وان Ultramarine blue هي مادة ملونه صناعية aluminosulphosilicate والذي تستعمل على نطاق واسع في مستحضرات التجميل وفي الأملاح المقصودة للاستهلاك الحيواني وهناك أنواع مختلفة:

- اكاسيد الحديد السمراء: والمستعملة في مستحضرات التجميل، الأدوية وأغذية الدواجن.
- Talc: هو اكبر سلعة صناعية مع العديد من الاستعمالات وتستعمل كعامل تحرير في الصناعات الغذائية والدوائية بالإضافة الى تغطية حبيبات الرز.
- اوكسيد الزنك: هو مبيض فعال للأغذية ومغلفات الأغذية وهو يضاف كمون غذائي.
- الرايبوفلافين: مادة ملونة خضراء صفراء جذابة للأغذية بالإضافة الى الفوائد التغذوية.
- زيت جنين الذرة corn endosperm oil: يضاف الى علف الدواجن لزيادة اللون الأصفر للجلد والبيض.
- Dried algal meal: منتج من .Spongiococcum spp والذي يضاف الى علف الدواجن لزيادة لون الجلد والبيض.
- مستخلصات: مستخلصات الطحالب الأخرى المسموح استعمالها في الكثير من دول العالم
- منتجات بذور القطن: المنتجات الأربعة من بذور القطن تضاف الى الغذاء والذي تعتبر مكونات غذائية والذي تعطي فقط اللون الأصفر الخفيف.
- Shellac: يحصل عليه من الحشرات من جنس Lassifer lacca الذي تضاف الى الغذاء كعامل تغطية سطحي أو الطلي glaze والذي لا يؤثر على المظهر.
- Octopus و Squid ink: الذي يحتوي خليط من جزيئات متعددة Meloidin الذي تكون فعالة كمواد ملونة سوداء في pasta وكل المستحضرات السابقة لا تكون مؤذية للاستهلاك البشري.

عاشرا: الصبغات الصناعية

استعملت الصبغات الغذائية في الصين منذ 2600 عام قبل الميلاد وان كل الصبغات يحصل عليها من المستخلصات النباتية كالأوراق، الجذور والفواكه أو الحيوانية وطور استعمال الصبغات في الصناعات النسيجية حيث استعملت الصبغات الطبيعية مثل cochineal، الكركم، عروق الصباغين wood madder والحنة اكتشفت أول صبغة غذائية صناعية عام 1856 حيث وجد Perkin إثناء بحثه عن الملاريا عند العمل على مشتقات قطران الفحم والانيلين وبعد أكسدة الانيلين حصل على صبغة أو استعمال الصبغات الصناعية العضوية لإنتاج اللون البنفسجي واكتشاف منتجات صبغات أكثر من الانيلين ومشتقات قطران الفحم الأخرى وفي عام 1860 اكتشفت عملية الديازو وتفاعلات الازدواج ومن ثم الهدم لتطوير صناعة الألوان ولوحظ بان الأمينات العطرية تتحول الى مركبات ديازونيوم R-N=NCl تحت تأثير بعض الظروف وقد أنتجت بعض الصبغات مثل magenta عام 1858–1859، المثيل البنفسجي عام 1861 و malachite green عام 1877 وان صناعة الصبغات العضوية بدأ عام 1895 مع إنتاج para red، lithol red,toluidine redf والحنة الصفراء وان alizarine كان أول تلك المنتجات عام 1868 تلاها الانديكو عام 1880 وفي عام 1888 وجد بأن أفضل مادة ملونة معروفة تملك مجموعة الكوينون في تركيبها البنائي حيث تكون الآصرة المزدوجة في حالة تأرجح لأنها السبب الرئيس للون في الصبغات الصناعية العضوية واهمية الأواصر المزدوجة المرتبطة في التركيب البنائي للمواد الملونة وان الأهمية الاقتصادية لصناعة الألوان تنعكس بواسطة عدد كبير من المركبات المخلقة حيث توجد هناك أكثر من 700 مادة ملونه متوفرة في الصناعة ووجد هناك من 16–80 مادة ملونة تستعمل في الصناعة عام 1907 بشكل أمين وبين عام 1907 و1914 نمت صناعة المواد الملونة الذي يعتمد استعمالها على المادة الخام وفي عام 1900 كان احد المشاكل الرئيسية مع المواد الملونة العضوية هي النزيف وفي عام 1920 حلت مشكلة النزيف بترسيب الصبغة مع معدني قلوي ثنائي التكافؤ أو الترسيب مع تلك المعادن ينتج اختزال معنوي في قابلية ذوبان الماء والنزيف ولخفض النزيف استعمل حامض الفوسفوتنكستيك، الفوسفومولبيديك أو فوسفو تنكستو مولبيديك وان Lakes

الملونة هي أقدم صنف للصبغات العضوية وهي ناتجة عن ترسيب الصبغات العضوية على المادة الأساس العضوية مثل هيدرات الالومينا وان اسم lake هو أول صبغة عضوية تمتص على المادة الأساس غير العضوية يحصل عليها من اللك Lac من جنس Laccifer lacca وان أول صبغة صناعية تستعمل في إنتاج lake هيponceau xylidine, scarlet وبعد عام 1938 استعملت المواد ي صناعة الأغذية والأدوية ومواد التجميل حيث استعمل 18 مادة ملونه في الغذاء كما استعملت صبغات orange SS وXO red في تصبيغ الأغذية، الأدوية ومواد التجميل ويمكن استعمال مشتقات قطران الفحم، ومن الصبغات المقبولة على مستوى العالم هيsunset yellow,tartrazone indigotine, erythrosine، الصبغات الصناعية هي مركبات معقدة من الكربون، الهيدروجين، الأوكسجين، النتروجين والكبريت وتصنع الصبغات من مواد خام بسيطة غالبا ما تكون من هيدرو كربونات عطرية مثل البنزين، التلوين، الزايلين، النافثالين، اسينافثانين، كاربيزول وانثراسين مع مجاميع كيمياوية مثل النترو، الامينو، الهالوجين وحامض السلفونيك وهذه المركبات الوسطية تمل خلال العديد من العمليات مثل إضافة النتروجين، الازدواج، التكثيف والانشطار لتعطي الصبغة الغذائية النهائية وصناعة الصبغات الصناعية بدأ في ألمانيا وبعد الحرب العالمية الأولى انتشرت صناعتها في العديد من دول العالم ومن مجموع 11 لون تستخدم في صناعة الغذاء تحت تشريعات الهندPFA ACT هناك 5 حمراء، 2 زرقاء، 2 خضراء و2 صفراء من الصبغات الصناعية (جدول -15) ستة ألوان فقط Brilliant blue FCF، erythrosine، Fast green FCF، Indigo carmine, Sunsety Yellow FCF, Tartrazine مسموح استعمالها في أمريكا بينما Amaranth منع استعمالها بعد اختبار صفاتها السمية الحرجة وفي انكلترا استخدمت 9 ألوان هي Amaranth، Brilliant blue FCF، Carmoisine, erythrosine, Greens, Indigo carmine, Indigo carmine, Sunset Yellow FCF وTartrazineالتقييم السمي للمواد الملونة الممكن استخدامها في الغذاء تعتمد على عدد من المتغيرات هي الجرعة المميتة، الجرعة السامة والمستوى الغذائي المقبول والحركة الدوائية للون الغذائي وتأثير على التوافر الحيوي للمكونات الغذائية والتأثيرات الفيزياوية والأوعية القلبية على الإنزيمات الهضمية والتأثير المناعي والتأثيرات السامة الوراثية، عمليات تصنيع

المنتجات الغذائية السريعة التلف ناتج بسبب عدم الموازنة الفصلية أو المنظفة لحفظها لتسهيل تسويقها تعتبر الأكثر أهمية صناعية في الكثير من دول العالم بسبب التقنيات جدول (15) الألوان الغذائية المسموح استعمالها حسب التشريعات الهندية

اسم الصبغة	اسم معامل اللون
A-Azo dyes	
Amaranth	C.I. food Red 9
Carmoisine	C.I.food red 3
Fast red E	C.I.Food Red 4
Indigo carmine	C.I.Food Red 7
Sunset Yellow FCF	C.I.Food Yellow 3
Tartrazine	C.I.Food Yellow 4
B- Indigoid dye	
Indigo carmine	C.I.Food Blue 1
C-Triaryl methane dyes	
Brilliant blue FCF	C.I.Food Ble 2
Fast green FCF	C.I.Food Green 3
Greens	C.I.Foods Green 4
D-Xanrgene dye	
Erythrosine	C.I.Foog Red 14

الأساسية نتيجة التباينات الوراثية للأغذية كالفواكه والخضراوات المعلبة الذي تفقد شكلها الطبيعي خلال عمليات التصنيع والخزن وفي صناعة الألبان فأن الألوان الصناعية هي المستعملة أكثر شيوعا في الايس كريم والحليب المطعم وان اليوغارت المطعم بالفاكهة تستعمل فيها الألوان الصناعية محدود في عمليات التبخير والتعقيم بسبب هدم الالون فان تلوين منتجات الأغذية الطازجة قادر أن يحدد بعض الصفات خلال عمليات التصنيع والذي تكون قادرة أن تزيد من الصفات الفسيولوجية والجمالية للغذاء تجاه المستهلك وان اللون المضاف هو صفة محددة لأن زيادة المادة الملونة يخفض من الصفة الجمالية وان الألوان الغذائية تستعمل في الأغذية المصنعة له تأثير على أمان المستهلك العوامل الملونة الصناعية الصفراء تستعمل في الصناعات الغذائية والدوائية مثل صبغة Tartrazine و sunset yellow ومعظم الصبغات الطبيعية تعاني من الخلفية بخصوص الإشكال المحدودة، الانتظامية، قابلية الثبات وقابلية الحفظ، تستخدم الملونات الصناعية في الأغذية منذ مدة طويلة لجذب نظر

المستهلك وإقباله على شراء المنتج الغذائي وكما هو معروف فإن اللون الطبيعي الموجود في الطعام يفقد طبيعته ويتحول إلى لون آخر، فالألوان الطبيعية في الأغذية غير ثابتة، فهي تتأثر بالضوء والحرارة وطول فترة التخزين على عكس الألوان الاصطناعية التي تتميز بأن ألوانها قوية متجانسة وثابتة وتكاليفها أقل مقارنة بالألوان الطبيعية، لذا استفادت شركات الأطعمة من هذه الألوان فأدخلتها في صناعة كثير من المشروبات والعصائر والصلصات وغيرها، وهي:

1. **Tartrazine**: رقم الصنف E102 وهي صبغة صناعية تعطي لون اصفر وتسبب الصداع للاطفال وتفاعلات حساسية في الشباب والكميات المسموح تناولها يوميا لغاية 7,5 ملغم\كغم من وزن الجسم وتستعمل في عصائر الفواكه، خلائط الكيك، الشوربة، الايس كريم، المربيات، اليوغارت، الحلويات، الاصماغ.
2. **Cinolin yellow**: رقم الصنف E104 وهي صبغة صناعية من قطران الفحم تعطي لون اصفر ضبابي امتصاصها منخفض في القناة الهضمية المعدية – المعوية والكميات المسموح تناولها هي لغاية 0,5 ملغم\ كغم وتستعمل في الايس كريم.
3. **Yellow 2G** وهي صبغة صناعية يحصل عليها من قطران الفحم وتسبب تفاعلات حساسية.
4. **Azorubin**: رقم الصنف E122 وهي صبغة صناعية تعطي لون احمر وتسبب تفاعلات حساسية للاشخاص المصابين بالربو، الحساسية الى الاسبيرين، الاديما وحجز العصير المعدي والكميات المسموح تناولها لغاية 0.4 ملغم\كغم.
5. **Red 2G**: رقم الصبغة E128 وهي صبغة صناعية تعطي لون احمر والذي تتحول في الامعاء الى aniline الذي يسبب methemoglobulinemia والكميات المسموح تناولها يوميا لغاية 0,1 ملغم\كغم من وزن الجسم وتستعمل في الصوصج، منتجات اللحوم المطبوخة العصائر والمشروبات.
6. **Ammonium sulfite**: او ما يسمى لون الكرامل رقم الصبغة E150 وهي صبغة صناعية مشتقة من الكربوهيدرات تعطي لون اسمر وتسبب مشاكل في القناة المعدية – المعوية واختزال في خلايا الدم البيضاء للمرضى مع انخفاض مستوى فيتامين البيريدوكسين وتستعمل في حبوب الكلوكوز، الايس كريم، طحين المعجنات والخبز المطحون كليا.

7. **Bright black BN**: او ما يطلق عليه نتريد البورون أو PN الاسود البراق رقم الصبغة E151 وهي صبغة صناعية يحصل عليها من قطران الفحم وصبغة النتروجين الذي تعطي لون اسود والكمية المسموح تناولها يوميا لغاية 1 وتستعمل في صناعة الصوصج الاسود.
8. اكاسيد وهيدروكسيدات الحديد: صبغات صناعية تعطي مدى واسع من الالوان من الاحمر، الاصفر والاسود، الصبغات الطبيعية غير مقبولة كمضافات غذائية بسبب الصعوبات في العزل للمواد النقية وهي غير ذائبة في معظم المذيبات وهي تذوب في كلوريد الهيدروجين واقصى كمية مسموح استعمالها اقل من 0,25%.
9. **Titranium dioxide**: توجد الصبغة في الطبيعة بثلاث اشكال بلورية هي anatase,brookite, rutile وهي تستعمل كمادة مضافة وتملك لون ابيض وهي تقاوم ضوء الشمس، الاكسدة، الاس الهيدروجيني وبوجود الميكروبات، يمكن انتاجها صناعيا واستعمال كمادة مضافة غذائية وهي لا تذوب في كل المذيبات وتستعمل بتركيز لغاية 1% في الحلويات لتكوين اجزاء بيضاء.
10. صبغة **Amaranth**: هي احد اول 7 صبغات استعملت عام 1906 وهو مسحوق اسمر احمر يذوب بسهولة في الماء والذي ينتج لون شاحب عميق أو محلول احمر، تستعمل الصبغة بنسبة 5% لا توجد تأثيرات مرضية ماعدا الطفرات الوراثية وتطور الاورام لا تسبب مشاكل في التكاثر ولا غير مرغوبة كما تسبب امراض سرطانية وتفاعلات جنينية وهو يستهلك بتركيز 0,8 – 1,6%.
11. صبغة **Red No.4**: سمح استخدام الصبغة في الغذاء منذ عام 1929 وهي مسحوق احمر سهل الذوبان في الماء مما يكون محلول برتقالي – احمر ويستعمل كمادة مضافة في الزبد والمارجرين لا يكون مسرطن عندما يستعمل بتركيز 5% في الغذاء لمدة 2 سنه هذه الصبغة سامة عندما تستهلك بنسبة 1% في الغذاء لمدة 7 سنوات.
12. صبغة **Red No.2**: استعمال الصبغة محدود وتستعمل بصورة رئيسية في صباغة الجلود وهي تسبب امراض سرطانية عندمات تستهلك لفترة طويلة.
13. صبغة **Red No.40**: يسمح استخدامها في الغذاء في بعض الدول ولا يسمح استعمالها في دول اخرى.

14. صبغة Yellow No.3/No.4: هذه الصبغات برتقالية اللون وذائبة في الدهن وتستعمل منذ عام 1918 في صناعة المارجرين وهي سامة للكبد وتسبب فقد الوزن عندما تستعمل بتركيز 0,05% ويمكن ايض الصبغات تحت تأثير الظروف الحامضية للمعدة.
15. الصبغة الصفراء رقم Sunset Yellow 6: تسببت بأورام الكلى والغدة الكظرية، تستخدم في المخبوزات، المشروبات، الحلويات،حلويات الجيلاتين، السجق.

تصنيف الصبغات الصناعية

1. صبغات الازو **azo dyes**: وتتضمن allura red E129,sunset yellow E110, tartyrazine E102.
2. صبغات ثلاثي اريلميثان **Triarylmethane dyes**: وتتضمن brilliant blue E133, fast green.
3. صبغات انديكو **Indigoid dyes**: وتتضمن Indigotine E132.
4. صبغات اريلميثان **arylmethane dyes**
5. صبغات زانثين **Xanthene dyes**: وتتضمن erythrosine E127
6. صبغات كوينولين **quinoline dyes**
7. صبغات انثراكوينونات **Anthraquinones dyes**
8. الفينولات **phenols**

بعض تلك الصبغات من التسلسل 1- الى التسلسل 3- والتسلسل 5- تستعمل كمواد ملونه في الأغذية.

انواع الصبغات الصناعية

Amaranth: وجود تلك الصبغة في الغذاء فإنها تبقى في المعدة والأمعاء الدقيقة حيث تترسب بشكل حبيبات في المعدة والأمعاء الدقيقة ويمكن ملاحظة اللون حيث ينخفض محتوى فيتامين A بمقدار 50% خلال بضع أيام ويستمر الانخفاض وعند تناول 3 و30 ملغم من الصبغة لكل فرد لكل يوم لمدة 78 أسبوعا تظهر سوء

تغذية أو حثل وعائي في الكبد وإزالة الدهون ولا تحصل تغيرات في وزن الجسم لم تظهر أي أورام سرطانية عندما تستعمل بجرعة 10 و20% وكذلك عند استعمال 0,1 مل من 1% معلق الصبغة في الماء لمدة 18 شهرا عندما تستعمل بجرعة 1 و2% لم تظهر تأثير معنوي على تكوين الأورام السرطانية إلا أن تناول جرعات 1.5، 15، 150 أو 1500 ملغم من الصبغة\كغم من وزن الجسم لمدة 30 شهرا تظهر أورام سرطانية.

Carmoisine: عند تناول محلول تلك الصبغة بجرعة 0,01% لمدة 28 يوما لم يظهر أي تأثيرات سامة كما أن تناول جرعات مختلفة من الصبغة من 0,05 - 0,1% لمدة 90 يوما لم تظهر أي تأثيرات على الصحة العامة والنمو إن تناول 250 ملغم\كغم من وزن الجسم ليس له تأثير على وظيفة الكلى كما أن تناول جرعات من 2- 8% من الصبغة لمدة 9 أسابيع فأن الجرعة 6% أظهرت أكثر تأثير سمي مع انخفاض في وزن الجسم وان تناول جرعات من 0,25- 1 غم من الصبغة لكل كغم من وزن الجيم لكل يوم لمدة 90 يوما لم يظهر أي تأثيرات سامة، بينما استعمال جرعات من 0,01 -1,25% لمدة 80 أسبوعا لم تظهر أي تأثير عكسي على الموت، زيادة الوزن، أوزان الأعضاء، إن تناول 100 - 12500 ملغم من الصبغة لكل كغم من الغذاء لمدة 80 أسبوعا تظهر حدوث مرض الكلى والرئة.

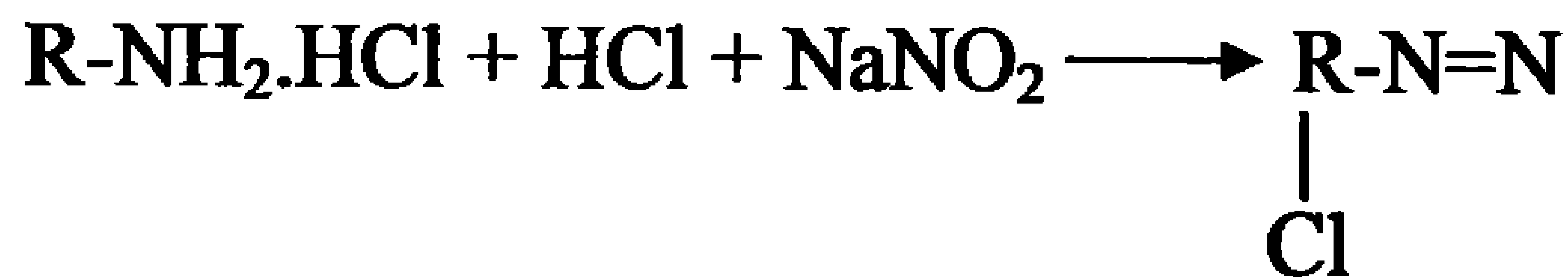
Fast Red E(C.I.Food Red 4): تناول 1 ملغم من الصبغة لكل يوم لمدة 2 سنه حدوث الأورام كانت غير معنوية وان تناول 0,55 غم\كغم لمدة 454 يوم لم يظهر أي علامات في تكوين الأورام بينما حقن 0,5 مل من 1% من محلول الصبغة مرتين أسبوعيا لمدة سنة سبب ظهور ورم لحمي في خلايا المغزل لا تتوفر معلومات في الجانب الكيماوي، الكيموحيوية وتخصصاتها ولم تتوفر أي معلومة حول الكمية المسموح تناولها يوما حسب التشريعات العالمية لذا يفضل استبعاد هذه الصبغة في مجال الصناعات الغذائية.

Allura red E129: وهي مركبات أحادية النتروجين azo كيماويا هي 6- هيدروكسي – 5- (2- ميثوكسي -5 – مثيل -4- سلفوفينايل(ازو)-2- نافثالين حامض السلفونيك ويوجد بشكل أملاح الصوديوم أو 6-هيدروكسي-5-(6- ذميثوكسي-4 – سلفو– o –m –توليل (ازو)-2- نافثالين حامض

السلفونيك بشكل ملح ثنائي الصوديوم، قابلية ذوبان المسحوق الأحمر الداكن بدرجة 25 م في الماء هي 22,5٪ وفي الكحول هي 50٪ وتكون منخفضة في الكلسيرول ومتعدد الاثيلين كلايكول هي 13٪، وتستعمل في مثلجات الجيلاتين، الايس كريم والمثلجات المجمدة، المشروبات ومشروبات المساحيق الجافة والحلويات الخالية من الدهن أو الزيت ومنتجات المعجنات، الحبوب، وان مركب Allura red ينتج بواسطة التفاعلات التالية:

صبغة الازو: مواد ملونة تستعمل على نطاق واسع في الصناعات النسيجية والطباعة والصناعات الغذائية وهي تستعمل في المختبرات والتخليق الكيماوي لكل المواد الملونة النترو جينية تتضمن اثنان من التفاعلات أساسية:

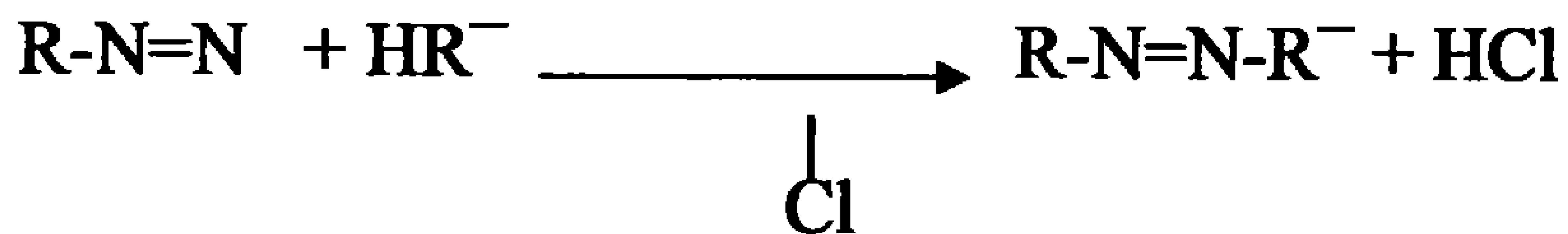
1. إضافة النتروجين: حيث أن R هي جذر أريل



$$R\text{-}NH_2.HCl + HCl + NaNO_2 \longrightarrow R\text{-}N{=}N(Cl)$$

Diazonium salt

2. الازدواج **coupling**: حيث أن R^- هو جذر أريل أو alquil.



$$R\text{-}N{=}N(Cl) + HR^- \longrightarrow R\text{-}N{=}N\text{-}R^- + HCl$$

Dizonium salt — azo compound

كل صبغات الازو تصنع بواسطة إضافة ذرتي نتروجين الى الأمينات العطرية الأولية في وسط حامضي باستعمال حامض النتروز بوجود الثلج وفي أول تفاعل يجب وجود أمين أولي لتكوين ملح ديازونيوم ومن ثم يزدوج هذا المركب مع مادة مناسبة ويرتبط الهيدروجين الفعال مع ذرة الكربون مثل الأمين العطرية لتكوين مركب تروجيني azo.

صبغة sunset yellow E110: صبغة استخدمت رسميا عام 1986 في الأغذية كيماويا هي ملح 6- هيدروكسي -5- (4- سلفوفينايل) ازو)-2- نافثالين حامض السلفونيك أو ملح ثنائي الصوديوم للمركب 1- بارا-سلفوفينايل ازو-2- نافثول -6 حامض السلفونيك تكون بلورات حمراء برتقالية وأقصى امتصاص لها هو 480 نانوميتر وهي ذائبة في الماء وقليلة الذوبان في الايثانول وتكون محلول برتقالي محمر في حامض الكبريتيك المركز والذي تتغير الى الأصفر عند التخفيف وتستعمل في مثلجات الجيلاتين والمثلجات اللبنية مثل الايس كريم والمثلجات المجمدة والمشروبات ومشروبات المساحيق الجافة والحلويات الذي تكون خالية من الدهن والزيت والحبوب، المثلجات الحاوية فاكهة والخضراوات المجففة ومنتجات الخضراوات المخمرة والسكريات والمشروبات المائية المطعمة والوجبات السريعة.

تستعمل بكميات كبيرة في التطبيقات الغذائية ويستعمل بتركيز 300 ملغم\كغم، تناول الصبغة بجرعات من 0,05 الى 3% لمدة 90 يوما لا تسبب أي تأثيرات عكسية على سرعة النمو، استهلاك الغذاء، إسهال خفيف وتوسع caecal وان تناول 250 الى 1000 ملغم\كغم\يوم لمدة 98 يوما لم تظهر أي شذوذ في الفحوصات المرضية، تركيب الإدرار، مستوى المصل من إنزيم transaminase واليوريا أو زيادة الوزن، وعندما يحدث تناول من 0,03 الى 1,5% لمدة 64 أسبوعا لم تظهر أي تأثيرات على تناول الغذاء، أوزان الأعضاء وصورة الدم والأمراض النسيجية، إلا أن تناول 0,5% من الصبغة في ماء الشرب لمدة 52 أسبوعا اظهر أورام معوية وكذلك في حالة الاستمرار لمدة سنة لم تظهر أورام.

Fast green: استعملت كمادة ملونة عام 1982وتخليقها يشبه الصبغة الزرقاء البراقة إلا أن البنزالديهايد - بارا- هيدروكسي- اورثو- حامض السلفونيك يستعمل بدلا من بنزالديهايد- اورثو - حامض السلفونيك، الصبغة بلورة أو مسحوق بنفسجي- احمر الى احمر ذائبة في الماء وقليلة الذوبان في الايثانول وتستعمل في منتجات الألبان المتخمرة، المثلجات الدهنيه مثل المثلجات اللبنية ومنتجات الحاوية فاكهة ومستحضرات الفاكهة والحلويات والمعجنات، المعاجين المجففة أو المطبوخة

أوليا والحبوب والمثلجات النشوية والمنتجات السمكية كالأسماك والمنتجات المعلبة والمخمرة والشرابت والبهارات والصوصج وهي تستعمل لغاية 100 ملغم\كغم.

صبغة Tartrazine E102: هي مركب أحادي النتروجين monoazo مع حلقة ايرازولين وكيماويا هي 5- اوكسو -1 – (بارا- سلفونينايل) -4- (بارا – سلفوفينايل) ازو(-2- نايرازولين -3- حامض الكربوكسيليك إي 5-oxo-1-(p- sulphophenyl)-4-(p-sulphophenyl-)-azo-)-2-pyrazoline--3- carboxylic acid وهي تصنف الى صبغة ازو الأحادية أو ما تسمى azopyranozolone والذي توجد بشكل tautomeric ketohyrrazone وهو ذو تركيب 4(4- 4,5-dihydro-5-0x0-1-(4-sulphophenyl)- sulphophenyl)azo)-IH-pyrazole -3-carboxylic acid, واملاحه ثلاثية الصوديوم أو 5-hydroxy-1-(4-sulphonatophenyl -4-(4—sulphonato , phenyl azo) pyrazole -3- carboxylate واملاحه ثلاثية الصوديوم وهي الصبغة مسموحة الاستعمال في الأغذية في العديد من دول العالم وهناك على الأقل 87 نوع منه هي DF & C yellow No.5 ,C.I. Food Yellow 4 , C.I. acid yellow 23 , acid yellow I , acilan yellow GG , Egg yellow A , Hydrazine yellow ,Lemon yellow A , Tartar yellow N yellow 1310, وهو صبغة صفراء براقة بشكل مسحوق أو حبيبات الذي يذوب في الماء الذي تنتج صبغة صفراء ليمونية وهو مسحوق اصفر– برتقالي براق وهو يذوب في الماء والمحاليل السائلة لا تتغير بواسطة حامض الهيدروكلوريك إلا انه يصبح احمر مع هيدروكسيد الصوديوم وتتكون الصبغة من محتوى الصبغة لا يقل عن 85 -87%، صبغة subsidiary لا تزيد عن 1%، مجموع المواد الطيارة ما بين 13 – 15%، phenylhydrazine p-sulphoic acid لا يزيد عن 0,1%، المركبات الوسطية غير المرتبطة الاخري ما بين 0,2 - 0,5% المواد غير الذائبة في الماء لا تزيد عن 0,2%، الرصاص لا يزيد عن 10 ملغم\كغم والزرنيخ لا يزيد عن 3 ملغم\كغم بينما تكون قابلية الذوبان في الحامض جيدة مع تغيرات مقبولة في 10% حامض الستريك وفي القلوي جيدة إلا انه لا يوصي في ضوء الشمس المباشرة وهو عامل مؤكسد جيد وعامل مختزل ضعيف وتركيز ثاني اوكسيد الكبريت 250 ملغم\كغم والمعادن مثل الحديد، النحاس والقصدير معتمة في الاتصال المباشر ويختفي تدريجيا في الحامض ولا تتأثر

بواسطة التنينات وتختفي في محلول 1% من حامض الاسكوربيك ولا تحصل تغيرات في محلول 1% من بنزوات الصوديوم وثابت لغاية 135م ولا تحصل تغيرات في محلول 10% سكريات وهي مادة متحللة عند تناولها منتجات هدمها هو حامض السلفانيليك، بارا-اسيتاميدسلفونيك، بارا-سلفوفينايل هيدرازين، امينوبايرازولون ومنتجات الازدواج التاكسدية، مادة ملونة غذائية شائعة في صناعة المعجنات، الشوربة، المثلجات، مسحوق الكاسترد، الحلويات، الايس كريم، اليوغارت والحليب المطعم معدل التناول اليومي هو بمعدل 0,22 ملغم\كغم من وزن الجسم وقد استعملت في الصناعات الغذائية عام 1969 بسبب الصفات الوظيفية الفريدة وهي قابلية الذوبان الجيدة، الطعم الجيد كثافة اللون العالية، قابلية الثبات خلال عمليات التصنيع تجعل تطبيقاتها مناسبة في منتجات الفاكهة ومنتجات الألبان والأدوية وتستعمل في المثلجات الجيلاتينية والمثلجات اللبنية مثل الايس كريم والمثلجات المجمدة والمشروبات ومشروبات المساحيق الجافة والحلويات ومنتجاتها الخالية من الدهن والزيت والمعجنات، الحبوب، المثلجات الحاوية فاكهة والخضراوات المجففة ومنتجات الخضراوات المختمرة والمثلجات الحاوية بيض والكاسترد والسكريات ومحليات المائدة والمشروبات المطعمة والوجبات السريعة وإن استعمال الصبغة في المواد الغذائية تحدده رغبة المستهلك وهي ضرورية في حالة المنتجات الغذائية المصنعة وخاصة المعلبة من الفواكه والخضراوات الذي تفقد لونها الطبيعي بسبب المعاملة الحرارية وبسبب التغيرات الكيموحيوية المختلفة من أصل ميكروبي الذي تحدث خلال الخزن للمنتجات الغذائية فإنها تتشقق الى حامض السلفانيليك، بارا اسيتاميدسلفونيك، بارا-سلفوفينايل هيدرازين امينوبايرازولون والذي يكون استعمالها محدود في المنتجات الغذائية الذي تحتاج الى معاملات حرارية خلال الصناعة وهذه الصفية بسبب هدم حامض السلفانيليك عند التسخين بدرجة حرارة أكثر من 135 وان لون الغذاء يساعد في إنتاج الطعم وحساسية الفيتامينات للمعاملات الحرارية خلال الخزن لذلك فأن اللون الصناعي يساعد في حفظ كثافة أو صفة اللون وان اللون الممتاز دليل للنضج والنوعية والاستهلاك والناحية الصحية، الملوثات العضوية الرئيسية له مصدرها مواد التحضير والمنتجات العرضية من التكثيف والازدواج معدل التناول اليومي منها 0,66 ملغم\كغم من وزن الجسم لمدة 6 سنوات في الأطفال و 0,22 ملغم من العمر بين 18-44 عام في الولايات المتحدة الأمريكية

بينما تكون 0,56 ملغم و0,17 ملغم في الأطفال وكبار السن على التوالي في انكلترا، تناول 2 ملغم من الصبغة لكل يوم لمدة 700 يوما لم تظهر أي تأثيرات سرطانية بينما استعمال 4% لم يظهر أي تأثيرات سرطانية وكذلك تناول من 0,03 - 1,5% في الغذاء لمدة 64 أسبوعا لم يسبب زيادة في حدوث الأورام وان تناول جرعة لغاية 5% في الغذاء لمدة 2 سنه لم يظهر أورام هذه الصبغة شائعة بين كل الصبغات المسموح استخدامها في الأنواع المختلفة من تفاعلات الحساسية وان تركيبها الجزيئي يشبه حامض السلفانيليك إلا انه أكثر فعالية من الصبغة نفسها في استحدث الحساسية وهي تسبب داء الربو asthma، طفح نجري urticaria، حساسية غذائية وأمراض غير حساسية أخرى ولا يسبب تحرير الهستامين من الخلايا ولا يستحدث إنتاج مضادات الكلوبيولين المناعي IgG عندما يرتبط الى حامل البروتين، عندما يخلط مع اليومين مصل الإنسان، أو يرتبط تساهميا مع اليومين مصل الإنسان يظهر ارتفاع الحساسية تفاعلاته منخفضة بين مرضى الحساسية الى الاسبيرين لا توجد علاقة بين هذه الصبغة الاسبيرين الارتباطات السريرية للحساسيات هي ظاهرة غير مناعية وان الاشخاص الذين يعانون من طفح نجري urticaria مزمن أو angioneurotic oedema وان الاشخاص الذين لديهم عدم تحمل الأسبرين تظهر لديهم تفاعلات موجبة مع الصبغة لان التفاعلات الى الصبغة تكون حساسية كأذية وان الأجسام المضادة IgG لا تظهر مع ضيق الشعب التنفسية وأسبرين الطفح النجري وان المرضى مع داء ربو حساسية الأسبرين الى هم القدرة على تثبيط البروستاكلاندينات وظهور تفاعلات عكسية مع الأسبرين ولا توجد أي تأثيرات لإيقاف مسلك البروستاكلاندينات ويتم انتاجه في مرحلتين تتضمن صناعته تكثيف phenyl- hydrazine–p-sylphonic acid مع oxalo acetic ester يليه ازدواج منتجات التكثيف 1-(4-sulphophenyl)-3-ethyl carboxy-5- hydroxypyranzolone مع حامض السلفونيليك وتحويل أسترات الاثيل تترازين الى أملاح الصوديوم.

المرحلة الأولى: تكثيف الفينايل هيدرازين – بارا – حامض السلفينيليك مع صوديوم اثيل اوكزالو الخلات.

المرحلة الثانية: ازدواج المنتج مع حامض السلفونيك diazotized، هذا التفاعل يتضمن تخليق sunset yellow وان tartrazine المنتج بواسطة تفاعل منتج التكثيف مع حامض السلفينيك، التفاعل مبني على أساس نشاط المثيلين في حلقة pyrazolone بسبب موقع المثيلين بين مجموعتي كربوكسيل في 1-(p-sulfophenyl)pyrazolone-3-carboxylic acid ويستعمل في الأغذية بصورة عامة لغاية 300 ملغم\كغم في كل تطبيقاته.

(C.I.Food blue I) indigo carmine: هي صبغة صناعية تستعمل في تصبيغ القطن، الرايون، الصوف في طبع القطن والرايون صبغة في الأصباغ و lacquers وحبر الطبع والمطاط وهي تستعمل في اختبارات الكلية الوظيفية والخيوط الرايون الجراحية وكاشف للكشف عن النترات والكلورات واختبار الحليب وتستعمل في صناعة الأغذية والصناعات الدوائية، أنتجت لأول مرة في ألمانيا عام 1900وصنعت بعدة طرق وتحضر بمعاملة الانيلين مع كلورو حامض ألخليك للحصول على فنيل كلايسين الذي يسخن مع sodamide لتكوين indoxyl صناعي الذي يتأكسد بوجود القلوي لإنتاج الصبغة الصناعية وتستعمل الصبغة في العديد من المنتجات وهو مهمة في بحوث التسمم لتقييم الأمان للصبغات indigoid dye, indigo carmine, وهي تصنف على أساس نماذج الحيوانات المستعملة لتسهيل تفسير النتائج من ناحية الأمان للإنسان، تناول جرعات من 150 الى 13250 ملغم\كغم\يوم من الصبغة لمدة 90 يوما يخفض قليلا الهيموكلوبين وخلايا الدم الحمراء ولا يؤثر على النمو، وزن الأعضاء، الإدرار والمصل بينما تناول 1 و2% من الصبغة لمدة 2 سنه لا تظهر أي شذوذ بشكل الاختبارات السريرية والفحوصات الميكروسيبة للأمراض والإصابات الكلية وعند استعمال جرعة 0,02% لم تظهر أي تأثيرات مؤذية أما حقن 2,5 ملغم من الصبغة بشكل 1% محلول لمدة 104 أسبوع لم يظهر أي تأثيرات عكسية ماعدا بعض الموت من إصابات حادة بعد الحقن وتناول جرعات من 0,2 - 1,6% من الصبغة لمدة 80 أسبوعا لم يظهر أي أعراض ولا تأثير على معدل النمو وزن الجسم ووزن الأعضاء ولم يحصل شذوذ في الاختبارات في الإمراض النسيجية واستخدام الصبغة بجرعة 1% لمدة سنتين لم تظهر أي نتائج في أي من الفحوصات التسمم أو معدل النمو أو التثبيط أو الفحوصات المرضية الميكروسكوبية

أما استعمال جرعة من 0,5 – 5% من الصبغة أظهرت تثبيط معنوي في النمو بجرعة 2% و5% ولا علامات سمية، أي أن الصبغة ليس لها تأثير عكسي على معدل النمو، زيادة وزن الجسم، الفحوصات المرضية الميكروسكوبية، تناول جرعة لغاية 1,6% لمدة 80 أسبوعا لا تظهر أعراض غير مرغوبة مثل فقر الدم المعتدل في مستويات عالية من الجرعة وان تناول جرعه من 0,5 – 2% لمدة 28 أسبوعا مرتين في الأسبوع أظهرت تكوين ورم ليفي fibroma واستمرار الحقن لمدة سنتين يطور ورم لحمي ليفي fibrosarcoma في مواقع الحقن وان الصبغة لعا علاقة الى مولدات السرطان الكيماوية ولم تظهر أي تأثيرات في الطفرات الوراثية في الجينات عند اختبار التسمم الجيني ولا تحدث تأثيرات في الطفرات الوراثية عند اختبار بكتريا القولون وليس لها القدرة لاستحداث تلف في دنا في الخلايا حقيقية النواة وكاذبة النواة ولا تحدث أي تغيرات في السلوك، المظهر ووزن الجسم عند التعرض للصبغة بجرعات من 25 – 250 ملغم\كغم\يوم لمدة 6-15 من الحمل ولم تظهر أي تأثيرات في نشاط الحساسية وان تناول 100ملغم\كغم\يوم لمدة 7 أيام يعطي استجابة سالبة لكوين جسم هنز ولا ترتبط الصبغة من غشاء البلازما الى إنها ترتبط مع المصل ولا تترك بلازما وعائية الاستمرار في تناول 8 ملغم\لتر من الصبغة يؤدي الى glomerular collapse, cortical infraction,fibrinooid necrosis في الشرايين الصغيرة، الحقن الوردي بجرعة لغاية 1,12 ملغم لا يؤثر على نظام الأوعية القلبية ولا تسبب أي تأثير عكسي على نشاط الحماية في الألياف الغذائية أما الحقن الوريدي بجرعة 80 ملغم في جهاز الدوران ينتج تحفيز استجابة مباشرة أو غير مباشرة على الجهاز العصبي السمبثاوي مع زيادة في ضغط الأوردة بسبب زيادة المقاومة المحيطية واستخدام محاول 4%\ كغم يزيد من الضغط الكلي ويخفض إنتاج القلب وحجم الصدمة ومعدل سرعة ضربات القلب.

صبغة Erythrosine E127: استخدمت الصبغة في الأغذية عام 1969 وهي مادة ملونه زانثين والذي تسلك لون براق لاصفر أو احمر– ازرق أو وميضي وهي احد الصبغات المخلقة والذي تنتج بواسطة تكثيف جريئتين من resorcinol مع جزيئه واحدة من انهيدريد الفثاليك phthalic anhydride، التفاعل ينجز في وسط

قلوي وان Fluorescein يترسب مع الحامض ومن ثم يعامل مع الايودين والتفاعل ينجز في محلول من الصودا الكاوية الذي تتعرض الى تحليل كهربائي.


Fluorescein → erythrosine (E127)

وهي تستعمل كمادة ملونة غذائية في العديد من دول العالم وبمستوى لغاية 300 ملغم\كغم وهي مولده الى fluorescein وهي مسحوق احمر وأقصى امتصاص في الماء هو 524 نانوميتر وفي 95% كحول هو 531 نانوميتر وقابلية الذوبان في الماء الى محلول احمر – كرزي ويضاف حامض الهيدروكلوريك الى المحلول السائل ينتج راسب احمر مصفر وهيدروكسيد الصوديوم ينتج راسب احمر، ويستعمل في الكرز، البيض، الكرز المعلب، الشليك، الايس كريم، المثلجات المجمدة ومنتجات الحلويات الخالية من الدهن والزيت، المعجنات، الحبوب، الألبان المتخمرة، مستحضرات الفواكه وحليب جوز الهند، منتجات الأسماك مثل الأسماك المجمدة والسكريات مثل السكر الأبيض والسكر السامر والسكر شبه الأبيض، الشرابت، البهارات والصوصج ومدعمات الغذاء والمشروبات المائية المطعمة ومشروبات وتناول الصبغة بجرعة من 0,25 - 2% لمدة 90 يوما لم تظهر أي تأثيرات عكسية بخصوص الوزن، تناول الغذاء الدم والإدرار وتحليلات الدم وزيادة وزن الدرقية الى 2% ولا يحدث شذوذ في اختبارات أمراض الأنسجة، أن الصبغة تترسب في الانبيبات الكلوية بينما تناول جرعات من 0,25 2% لمدة 13 أسبوعا للم تظهر أي تأثيرات على وزن الجسم، تناول الغذاء، تحليل المصل، وظيفة الكلى ومتغيرات الدم وزيادة في وزن الدرقية وتصبيغ انبيبات الكلى بينما تناول 1% من الصبغة لمدة 61 أسبوعا لم يظهر تغيرات مرضية وتشريحية أو نسيجية لغاية 100 يوم وان محتوى كريات الدم البيضاء، كريات الدم الحمراء، كمية الهيموكلوبين والكمية لم تتأثر إلا انه تحدث أورام عند تناول 1 ملغم\فرد\يوم لمدة 500 -700 يوما لم تظهر أي فروقات معنوية الجرعات العالية من الصبغة المعلمة مع اليوديين – 131 تسبب ارتفاع محتوى البروتين المرتبط مع اليود ويود الدم الكلي مما يسبب ذلك تداخل بينه وبين الصبغة بعض الأغذية الحاوية تلك الصبغة تسبب داء الربو، الطفح النجري وحساسيات الغذاء وان الصبغة لا تسبب أي تحرير الهستامين وان الصبغة تثبط عمل الببسين في تركيز 200 -400 ملغم\ لتر بينما لا يحصل تأثير على نشاط اللايبيز وتأثيره على تحلل الكيزين وتأثير

مثبط لإنزيمات التربسين والكيموتربسينن ولا يحدث تثبيط للكيموتربسينوجين في الظلام لان الصبغة لا ترتبط في الضوء وفي الظلام وان للصبغة تأثير مثبط على إنزيم لاييز البنكرياس تتحول الصبغة الى fluorescein بوجود الحديد، القصدير أو الأحماض العضوية الحرة والذي يعاق تكوينه خلال الخزن للمواد الغذائية ويمكن تجنب تكوين fluorescein بواسطة استعمال مواد التعبئة للأغذية المصنعة.

صبغة الزرقاء البراقة **brilliant blue E133**: وهي من مشتقات ثلاثي فينايل ميثان وهذه الصبغة تسلك لون احمر، بنفسجي، ازرق واخضر مع عالية البريق، مسحوق ذات لون بنفسجي محمر أو حبيبات مع أقصى امتصاص 630 نانوميتر وقابلية ذوبان في الماء والايثانول ولا تذوب في زيوت الخضراوات وهي ذات محلول اصفر مخضر في حامض الكبريتيك المركز ويتغير الى الأصفر ومن ثم اصفر- مخضر عند التخفيف وقابلية الذوبان في الكلسيرول ومتعدد اثيلين كلايكول يشابه الماء وتستعمل في المثلجات الجيلاتينية ومنتجات الألبان والمثلجات اللبنية مثل الايس كريم والمثلجات المجمدة ومشروبات المساحيق الجافة والحلويات ومنتجاتها الخالية من الزيت والدهن والمعجنات والحبوب والمثلجات الحاوية الفاكهة والخضراوات المجففة والخضراوات المتخمرة والسكريات والمشروبات المطعمة والوجبات السريعة، استعمل في الصناعات الغذائية عام 1993 وهي منتجة من benzaldehyde-0- sulfonic acid و α-(N-ethylanilino)toluene sulfonic acid في مرحلتين هي مرحلة التكثيف وهي تكوين مركب وسطي ومرحلة الأكسدة، هناك عدة استعمالات لتلك الصبغة ففي الحليب المتخمر تستعمل لغاية 150 ملغم\كغم وهي تستعمل فقط عند سطوح الاجبان وان أقصى مستوى لها في السلع المعبئة هي 100 ملغم\كغم.

صبغة **Indigotine E132**: استخدمت عام 1987 في الأغذية وكيماويا هي ملح ثنائي الصوديوم من 2- (1، 2- ثنائي هيدرو -3 - اوكسو- 5- سلفو- 2 هيدروجين - ندول -2 - يليدين-) - 2، 3- ثنائي هيدرو -3- اوكسو - 1 هيدروجين - أندول -5- حامض السلفونيك، آو- 3,3‾-dioxo-($\Delta^{2,2}$-biindoline) - 5, 5‾ -disulfonic acid disodium salt ويمكن وجودها

بشكل disodium 5,5 –indigotin disulfonate , sodium indigotin disulfonate ,soluble indigo blue , indigo carmine , acid blue 74 food blue ، وهي حساسة للضوء ومحاليل انديكوتين ذات لون ازرق أو لون شاحب – مزرق وذائبة في الماء بدرجة 25م وقليلة الذوبان في الكحول وغير ذائبة في المذيبات العضوية وغالبا ما تحتوي كلوريد الصوديوم أو كبريتات الصوديوم المستعملة لتمليحها وهي حساسة جدا لعوامل الأكسدة وان اللون يتأثر بواسطة الحوامض، وتستعمل في مشروبات المساحيق الجافة، الحلويات ومنتجاتها الذي تكون خالية من الدهن أو الزيت ومنتجات المعجنات، المثلجات اللبنية مثل الايس كريم والحليب المثلج والمثلجات الحاوية فواكزة والمثلجات الحاوية على البيض مثل الكاسترد والسكريات مثل العصير الأبيض وشبه البيض والمحليات والمشروبات المطعمة والوجبات السريعة وهي تنتج بواسطة إضافة السلفونيت الى الانديكو وهذه المجموعة من الصبغات تملك indigo والمركبات ذات العلاقة كمولدات وهذه المواد الملونة قد تكون طبيعية أو صناعية وهي من أقدم المواد الملونة المعروفة وتملك عدة طرق لإنتاج indigo وهو المولد المباشر لإنتاج indigotine وفي تخليق Baeyer-Drewson فان اورثو – نترو– بنزالديهايد يتم تكثيفه مع ثنائي مثيل كيتون وتعريض المنتج بواسطة الأكسدة المعقدة وتفاعل الاختزال في الصودا الكاوية للحصول على indigo وهذه العملية مكلفة جدا وينجز تخليق الانديكوتين بواسطة تحوير تخليق Heuman، يمكن إنتاج الانديكو بطرق أخرى مثل تخليق Sandmeyer.

الكاروتينويدات الصناعية: نجاح مستخلصات الكاروتينويدات يؤدي الى زيادة الكاروتينويدات الصناعية تجاريا وهي تملك نفس التركيب الكيماوي للمستخلصات النباتية مع تحويرات لتحسين الصفات التكنولوجية وان بيتا كاروتين الأصفر خلق صناعيا عام 1950 ثم بعدة خلق beta-8-carotenol برتقالي عام 1962 واخير canthaxanthin الأحمر عام 1964 وعدد آخر من أسترات الاثيل والمثيل لحامض ,carotenoic، citraxanthin، زيازانثين، الليوتين و astaxanthin، التركيب البنائي لأربعة من الكاروتينويدات الصناعية هي بيتا كاروتين، canthaxanthin,β –apo-8-carotenol,β –apo-8-carotenoic acid وبواسطة مسلك تركيب الآصرة المزدوجة المرتبطة، تلك المركبات تكون

حساسة الى الأكسدة إلا أن الصيغ مع مضادات الأكسدة المتطورة لتقليل الأكسدة، الكاروتينويدات تصنف بشكل ذائب في الزيت إلا أن معظم الاعذية تحتاج مواد ملونة ذائبة في الماء وتكوين معلقات غروية ومستحلبات في محاليل زيتية وانتشارها في الغرويات المناسبة وان تطور الكاروتينويدات الصناعية كمواد ملونه للحصول على أفضل الصفات التكنولوجية وان canthaxanthin الأحمر مشابه في اللون الى اللايكوبين إلا انه أكثرها ثباتا والمواد الملونة الكاروتينويديه تستعمل على نطاق واسع في الاعذية وتختلف التشريعات القانونية من بلد لآخر وفي كيفية السماح لتلك المركبات في الصناعات الغذائية والدوائية، أول كاروتينويد صناعي هو بيتا كاروتين كمادة ملونه غذائية مستخلصات الكاروتينويدات تحتوي بيتا كاروتين غير سامة وان المستحضرات الصناعية تحتوي أنماط مختلفة من الملوثات الثانوية مقارنة مع المستخلصات النباتية وان بيتا كاروتين ذات سمية منخفضة جدا وان الجرعة القاتلة أكثر من 1000 ملغم\كغم.



خلطات المواد الملونة الصناعية: تستعمل المصادر الطبيعية للمواد الملونة في الوقت الحاضر وان المواد الملونة الموثقة ذات خواص مهمة وهناك منتجات جديدة معلومة التركيب الكيماوي الذي تكون منتظمة والذي تسبب تفاوت اللون وهي Blue No.1: وهو اصفر براق. Blue No.2: وهو ازرق تاجي، Green No.3: اخضر

بحري، Red No.3: أحمر رقي ويمكن الحصول على ألوان متفاوت بواسطة خلط الألوان السابقة وهناك عدد من الارتباطات الممكن إلا أن ذلك يحتاج الى خبرات عالية.

اصباغ السودان: هي اصباغ حمراء تستخدم في المذيبات الملونة، الزيوت، الشمع، البترول، وفي تلميع الارض والاحذية تم إيجادها في بعض المساحيق الحارة المستوردة من الاتحاد الاوروبي ومن الهند، زيت النخيل المستورد الى بريطانيا من الهند كما تم إيجادها في عدد من المنتجات الغذائية المحتوية على المساحيق الحارة ولا يسمح ان تضاف اصباغ السودان الى الغذاء في الاتحاد الاوروبي.

صبغة السودان الحمراء رقم 1: هي صبغة كيميائية كما انها غير مسموحة في الغذاء تم تصنيفها كمادة مسرطنة من قبل الوكالة الدولية لبحوث السرطان، لا تتواجد طبيعيا في الغذاء.

سودان 4: مادة مسرطنة سامة للجينات كما ان تواجدها وعند أي مستوى غير مسموح في المواد الغذائية في الاتحاد الاوروبي مهما كان الغرض والتحريات مستمرة لتحديد أية منتجات اخرى تحتوي على اصباغ سودان 1، سودان 2، سودان 3، سودان 4.

Lakes الليكات: منتجي الأغذية لهم القدرة لاستعمال lakes موثقة والذي يطلق عليها straight colors الذي تعني إنها تتعرض الى توثيق والذي تحضر من المواد الذي تكون موثقة وكل lakes هي مواد غير ذائبة الذي تعطي ألوانها بالانتشار وإنها تحضرها والعملية تنجز في مرحلتين:

1. **تكوين الهيدرات:** خطوة حرجة في إنتاج lakes وانجازها ونوعيتها تعتمد بقوة على هذه المرحلة والراسب المتكون خلال هذه المرحلة تكبس وتغسل مع الماء الى تركيز ملح.
2. **عملية laking:** في هذه العملية فان الصبغة FD&C dye تكون مذابة وان الالومينا تعامل مع الماء وان lake المتكون بواسطة ترسيب الصبغة على المادة الأساس بواسطة تأثير إضافة محلول الملاح الألمنيوم ثم يجمع المنتج ويجفف

ويطحن وان قوة lakes يمكن تحسينها مع حجم جزيئات اصغر وزيادة عدد الجزيئات وان جزيئاتlake تتماسك مع بعضها والذي تقدر مظهر المنتج وهذه المشكلة يمكن تقليلها بواسطة استعمال dispersions ومن خواصها انها ذائبة في الكلوريدات والكبريتات مثل أملاح الصوديوم ليس أكثر من 2%، المادة غير العضوية وغير ذائبة في حامض الهيدروكلوريك ولا تزيد عن 0,5% وان اسم lake هو اسم من ارتباط اسم الصبغة المستعملة في حالتها وكلمة aluminium و lake ومن صفات lake هي أن lake غير ذائبة في معظم المذيبات بينما الصبغاتdye تكون ذائبة في الماء وبروبلين كلايكول، كلسيرين، نسبتها 10 – 40% بينما الصبغات حوالي % وتستعمل بتركيز 0,1 -0,5% بينما الصبغات حوالي 0,01 - 0,05% وحجم الجزيئات غالبا ما يكون 0,5 -30 ميكروميتر بينما الصبغات من 10 -200 مش وقابلية الثبات للضوء والحرارة افضل من الصبغات بينما الصبغات تكون متغيرة الى إنها جيدة بصورة عامة وقوة التلوين لا تتناسب مع نقاوة الصبغة بينما الصبغة تتناسب مع ثبات محتوى الصبغة ويختلف الطيف مع محتوى الصبغة النقي بينما الصبغة تكون ثابتة وان lake يستعمل للتلوين خارج المنتج مثل الحلويات المعتمة أو المنتجات الدهنية مثل الشيكولاته وانتشارlake متوفرة في الحاملات المختلفة الذي لها علاقة مع التطبيقات العملية مثل قواعد الزيت للتغطية ومنتجات الشمع مثل بروبلين كلايكول أو كلسيرين الاصماغ الفقاعات والحلويات الصلبة وعصائر السكر وتستعمل lake في المشروبات، المعجنات، المثلجات، الايس كريم والشرابت والحلويات الصلبة وتستعمل لإنتاج الألوان الجذابة البراقة في العلك كما أن انتخاب المنتج واشكالة ذات تفاوت اللون مهم لنوعية الناتج النهائي ويمكن تحسين قابلية ثبات الألوان مثل تكوين الكبسولات.

الفصل الرابع

المضافات الغذائية كمواد ملونة

المضافات الغذائية كمواد ملونة

مضافات اللون هي واحد من المنتجات الطبيعية أو المصنعة بواسطة الإنسان المنظمة بواسطة القانون وتصبيغ منتجات الغذائية هي أحد العمليات الذي تتعرض الى التشريعات الحكومية وتستعمل المواد الملونة في العديد من المنتجات المختلفة وهناك 26 صبغة منها 8 غير أمينة و16 أكثر اقل وغير مؤذية أي صبغة يحصل عليها من الخضراوات، الفواكه، الحيوانات أو المعادن أو المصادر الأخرى لها القدرة أن تلون الغذاء، الدواء أو مواد التجميل أو أي جزء آخر من الغذاء.

الكلوروفيلات كمواد ملونة للأغذية: تستخدم الكلوروفيلات في مجالات تطبيقية مختلفة حيث ان استعمالات الكلوروفيل في الأغذية حسب رغبة المستهلك كما في منتجات الألبان، الدهون والزيوت، الفواكه والخضراوات المعاملة سطحيا والجوزيات والبذور، بعض أنواع المعكرونيا المجففة أو المطبوخة أوليا، البحرية المطبوخة، المنتجات البحرية المقلية، المنتجات البحرية المتخمرة أو المجففة والمدخنة، البيض الطازج، مستحضرات أغذية الأطفال، عصير ورحيق الفواكه المعبأ في قناني أو معلبة والنبيذ، المرق والشوربة وخلائطها أو تستعمل بتركيز 1000 ملغم\كغم من الدواجن واللحوم الطازجة أو 6,4 ملغم\كغم من المثلجات الحاوية نشأ وحبوب، تضاف بمعدل 30 ملغم\كغم من منتجات الأسماك والأسماك المطبوخة ومن ناحية أخرى يمكن استعمال أملاح الصوديوم والبوتاسيوم من معقدات الكلوروفيل – النحاس في تحضير الأدوية وليست كمواد مضافة غذائية.

الكاروتينويدات كمواد ملونة أغذية: يستفاد الإنسان من الكاروتينويدات كألوان أغذية لفترات طويلة مثل الزعفران، الفلفل، الأوراق وزيت النخيل الأحمر المستعملة كصبغات وهذه المنتجات تتكون من خليط من الصبغات والمواد غير المعروفة الأخرى فالمصادر الطبيعية للكاروتينويدات مهمة حيوياً واستعمالها كألوان غذائية من المواد الشائعة في هذا الوقت والذي يوصي بها بسبب إعطائها فيتامين A وأنشطة مضادة للأكسدة وهي مهمة جدا لإدامة صحة الجسم وان الكاروتينويدات هي لبيدات ولتطبيقها في الصناعات الغذائية بشكل غرويات، مستحضرات ومعقدات مع البروتينات وهي أساسية لاستعمالها في الزيت مثل المارجرين والزبد أو وسط مائي مثل

المشروبات والشوربات المعلبة واستعمالها كألوان غذائية ومن المواد الشائعة في هذا الوقت والذي يوصي بها بسبب إعطائها فيتامين A كمضادة للأكسدة وهي مهمة جدا لإدامة صحة الجسم وان الكاروتينويدات هي لبيدات ويمكن تطبيقها في الصناعات الغذائية بشكل غرويات، مستحضرات ومعقدات مع البروتينات وهي أساسية لاستعمالها في الزيت مثل المارجرين والزبد أو وسط مائي مثل المشروبات والشوربات المعلبة ويستفاد الإنسان من الكاروتينويدات كألوان أغذية لفترات طويلة مثل الزعفران، الفلفل، الأوراق وزيت النخيل الأحمر المستعملة كصبغات وهذه المنتجات تتكون من خليط من الصبغات والمواد غير ألمعروفه الأخرى وعددها أكثر من 300 مركب ولونها أصفر، برتقالي، أحمر وتكون حساسة الى القلوي وحساسة جدا الى الهواء، الضوء ودرجة حرارة الضوء وهي غير ذائبة في الماء، الايثانول والكلسيرول، والايونات المعدنية الموجبة وواحد من الواجبات الرئيسية للألوان الذي تحضر للتطبيقات المناسبة للوصول الى تفاوتات اللون المرغوبة المرتبطة مع الانتظامية وقابلية الثبات ومن الإشكال المنتشرة في الزيت المهمة هي المحاليل والمعلقات لبلورات الكاروتينويد في الزيت النباتي مثل المستحضرات الثابتة والذي تخزن لفترات طويلة وخاصة بعد إضافة مضادات الأكسدة وتستعمل المستحضرات الزيتية لتلوين المشروبات الطازجة ومنتجات المعجنات بينما الإشكال المنتشرة في الماء هي المستحلبات للمحاليل الزيتية فوق المشبعة الذي منها يمكن إزالة المذيبات العضوية وهذه المنتجات تكون لغاية 10% من الصبغات والذي تحتوي عوامل منتشرة فعالة سطحيا تحتوي حبيبات، بروتينات تثبيت ومضادات أكسدة والمنتجات تعطي انتشارضبابي بعد إذابة الماء وان المنتجات المنتشرة في الماء تستعمل لتلوين المشروبات الطرية والأغذية الأخرى وان الكاروتينويدات تستعمل لحفظ الأغذية بسبب نشاط مضادات الأكسدة ونشاطها المثبط تجاه تخليق الافلاتوكسينات بواسطة أجناس aspergillus flavus و .A Parasiticus وان ألكاروتينويد مثل الليوتين وألفا كاروتين هي العوامل المثبطة الأفضل من بيتا كاروتين مثل زيا زانثين وبيتا كاروتين وان بيتا كاروتين المخلق مسموح علف لدجاج اللحم.

الكاروتينات كمواد ملونه أغذية: تستعمل كمضافات وكملونات غذائية واستعمالها مسموح في مختلف المنتجات الغذائية وهي مسؤولة عن اللون الأصفر

لدهن الحليب ونشاط فيتامين A وهي صبغة توجد في الأوراق الخضراء وفي الخضروات مثل الجزر، ألجت الأخضر وزيت الخضراوات وهي صبغة ذائبة بالدهن تعطي اللون الذهبي الأصفر للدهن أو القشطة وتختلف كثافة اللون طبقا لطبيعة العلف المستهلك بواسطة الحيوان فالكاروتين رئيسي هو بيتا كاروتين وهو بحالة oleoresins الذي يحصل عليها بواسطة مستخلصات فول الصويا من الجزر أو حشائش ألجت وزيت الخضراوات هي تحتوي زيوت، دهون وشموع تحدث طبيعيا في المصدر والمذيبات المسموح استعمالها للاستخلاص هي الأسيتون، الميثانول، الايثانول، البروبان-2-أول، الهكسان وثنائي كلوروميثان واستعمالها مسموح في مختلف المنتجات الغذائية، الكاروتين النقي ذات لون أحمر مسمر إلا انه في المحاليل الدهنية المخففة تعطي لون اصفر وهي صبغة لا تذوب في الماء وهي تلون الدهن فقط، اللون العميق للقشطة أو الزبد بسبب ارتفاع محتواة وهو يلعب دوراً مهماً في الحليب لأنه يعطي الحليب صفة تلوين ثم صفة مانعة للأكسدة ومولد لفيتامين A، بعض السلالات لها القابلية لتعطي حليب ذات لون اصفر فاتح بينما الأخرى تعطي لون عميق ذلك يعتمد على طبيعة الغذاء وفصل السنة، محتوى الكاروتينات في حليب الجاموس (0,25 – 0,48 ميكروغرام\غم دهن) يختلف عن حليب الأبقار (30 ميكروغرام\غم دهن)، توجد الكاروتينات في الحليب بكميات قليلة جدا (~200 ميكروغرام\لتر) وهي يعزى أليها 10– 50% من نشاط فيتامين كما يرتفع تركيزه في الصيف والربيع مقارنة مع الشتاء بسبب تناول العلف الأخضر لأنها تحتوي نسبة عالية من الكاروتين (جدول-16) حيث ترتفع لذلك فان دهن حليب الجاموس ذات لون ابيض حيث أن الأبقار تكون اكثر كفاءة في نقل الكاروتين من العلف الأخضر إلى دهن الحليب من الجاموس الذي ليست لها القابلية لتحويل الكاروتين إلى فيتامين A.

جدول (16) نشاط فيتامين A وبيتا كاروتين في فصلي الشتاء والصيف

	الصيف	الشتاء
Retinol (ul\ l	649-619	412 – 265
Alpha-carotene ul\l	1143-315	266 – 105
carotene -آ\ Retinol ratio	2– 0,6	11 – 4
% Conversion	8-46 – 20,3	33,4 – 11,4

ولا تستطيع الأغنام والماعز من نقل الكاروتينات إلى حليبها والذي يكون اكثر بياضا من حليب الأبقار مما يقلل ذلك من قبولية منتجات ألبانها مثل الجبن والزبد والقشطة والايس كريم، تضاف لتحسين اللون مثل الكاروتين (جدول -17) حيث تختلف قابلية حيوان الحليب في نقل الكاروتين من العلف إلى دهن الحليب ثم يختلف ذلك مع اختلاف الأجناس، السلالات والأفراد ويختلف محتوى الكاروتينات في الحليب مع اخلاف السلالة، فصول السنة ونوع العلف لان مصدرها الرئيسي هو العلف فإذا كان العلف غني في الشيلم والجت يكون غنيا في الكاروتينويدات مقارنة مع السايلج والتبن وارتفاع محتواها في العلف يجعل لون الحليب ودهن الحليب اكثر اصفراراً حيث يكون لون الزبد من حليب الأبقار المغذاة على علف اخضر اكثر اصفرارا من الأبقار المغذاة على عليقه جافة شتاءا وخاصة العلف الأخضر الغني بالشيلم

جدول (17) كمية المواد الملونة المستعملة في بعض الاغذية

ملغم \ كغم	تركيز الصبغة ملغم \ كغم	الصنف الغذائي
100	400-10	حلويات الكرامل
75	200 – 5	المشروبات
350	500 – 200	الحبوب
200	400 – 100	Maraschino cherry
200	400 – 100	Pet food
30	200 – 10	ايس كريم
125	500 – 40	صوصج
200	500 - 25	وجبات سريعة snake

أنواع الكاروتينات

1. ألفا– كاروتين: يملك حلقتين من ألفا –اونيون α-ionone مرتبطة مع أربع سلاسل من وحدات isoprene حيث أن الآصرة المزدوجة في الحلقة الثانية تكون بين ذرات الكربون الرابعة والخامسة، وهو كاروتين ثنائي الحلقة وذات لون اصفر.
2. بيتا– كاروتين: وهو كاروتين يحتوي حلقتين من β-ionone مرتبطة مع أربع سلاسل من وحدات isoprene ويكون مشابه تماما إلى ألفا ماعدا أن الاصرة المزدوجة في الحلقة الثانية تكون بين ذرات الكربون الخامسة والسادسة، ذو لون برتقالي في الغذاء ويعطي جزيئتين من فيتامين A وهو الكاروتينويد الرئيسي في الخضراوات الورقية الخضراء ويمكن الحصول عليه الى بيتا – أبو- ¯8 - كاروتينال من الطحالب من جنس Dunaliella salina أو من عمليات التخمر مع العفن من جنس Blakeslea trispora أو بواسطة استخلاص المذيب للنباتات مثل Lucerne الذي يستعمل كمضافات غذائية، علفية ودعم الأغذية ومواد غذائية – دوائية وهو توجد بشكل محاليل أو معلقات أو محاليل زيتية ومساحيق منتشرة في الماء وان البلورات الجافة نادرة الاستعمال المباشر بسبب ضعف صفات قابلية الذوبان والذي يمكن أن تطبق بسبب انتشارها في الماء أو الزيت ويستخلص من مصادره بواسطة الهكسان، الايثانول وزيت الخضراوات ويوجد مصاحب للكاروتينات الاخرى مثل الفا كاروتين، يستخدم في مدى واسع من التطبيقات مثل المشروبات، الحلويات السكرية، الايس كريم، المثلجات المائية، منتجات الألبان، مستحضرات الفاكهة والمعجنات الذي تملك قابلية ثبات جيدة تجاه الحرارة، الضوء والأس الهيدروجيني وتطبيقاتها محدودة بسبب سعرها وان معظم بيتا كاروتين التجاري المطبق اليوم يكافئ الى ذلك الموجود في الطبيعة وهو أحد المكونات الاساسية للزبد، المارجرين، الاجبان، الايس كريم، اليوغارت، اللون الذي يحصل عليه في مدى من الأصفر الى البرتقالي مثل، -β-apo ¯8-carotenoic acid واسترات المثيل اوالاثيل الذي تعطي لون اصفر الى برتقالي اعتمادا على التركيز بينما ¯β-apo-8 -carotenal الذي تعطي لون اصفر الى احمر(جدول -18) و canthaxanthin ذو لون برتقالي – احمر (جدول -19) ويستعمل بتركيز 2 – 50 جزء بالمليون.

3. كاما- كاروتين: يكون مشابه تماما إلى بيتا- كاروتين الذي يكون فيه الحلقة الثانية مفتوحة ما بين ذرتي الكربون الأولى والسادسة ولا تبقى فيه إلا حلقة واحدة من β-ionone تجعله يفقد فعاليته كليا أو جزئيا أي قد يفقد 50% من فعاليته.
4. الفا-كربتوزانثين cryptoxanthine: هو بيتا كاروتين فيه مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الثانية للبيتا- كاروتين وذات لون اصفر- برتقالي بينما بيتا كربتوزانثين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون برتقالي.
5. لايكوبين lycopene: يشبه بيتا- كاروتين إلا أن كلا الحلقتين تكونا مفتوحتين بين ذرتي الكربون الأولى والسادسة ويكون فعال حيويا هو الصبغة الرئيسية في الطماطة ومحتواه في 6 مجاميع ناضجة من الطماطة تختلف في اللون والعلاقة مع قياس اللون السطحي بواسطة جهاز Minolta chroma meter وانه يكون ثابت تماما في الطماطة إلا انه يكون غير ثابت عندما يستخلص وينقى وموجود في العديد من الفواكه مثل papaya والطماطة الحمراء من جنس Lycopersicon esculentum وهو ذو لون احمر ويكون كمكون غذائي وتستعمل مستحضراته كمواد ملونه غذائية وصيدلانية وكمواد ملونة بسبب طعمها القوي.

جدول (18) استعمالات الكاروتينويدات المخلقة، β-apo-8¯ -carotenoic acid و β-apo-8¯ -carotenal، أسترات المثيل أو الاثيل

الغذاء	أقصى مستوى
فواكه	10 ملغم \ كغم
خضراوات مجففة، اعشاب بحرية، جوزيات وبذور	GMP
الخبز أو الأسماك أو الدواجن	500 ملغم \ كغم
معجنات	GMP
عصير فواكه مبستر في قناني أو معلب أو رحيق	100 ملغم \ كغم
مركزات سائلة أو صلبة من رحيق الخضراوات	

GMP تضاف حسب ذوق المستهلك

6. ليوتيـــنlutein: وهو زانثوفيـل ثنـائي الحلقـة وهـو الفـا كـاروتين فيـه مجموعـة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الثانية للالفا - كـاروتين، يعطي لون اصفر عند التطبيق إلا إنها لا تنتشر على نطاق واسعة في الغذاء ومن محاسنها إنها تغطي على الكركم، موجود في العديـد مـن النباتـات مثـل الجـت أو زهـرة الاقحـوان marigold مـن جـنسTagetes erecta وبعـد الاسـتخلاص يمكـن تعليقهـا في زيـت خضـراوات أو تنشـر في المـاء بإضـافة المسـتحلب وهـي تستعمل في المشروبات والحلويـات السـكرية عنـدما تكـون قابليـة ثباتهـا قليلـة جدا وتستعمل كمادة ملونة، تملـك صـفات تغذويـة وبشـكل كمكونـات فعالـة في المنتجات الصحية.

جدول (19) استعمالات cantaxanthin

الغذاء	اقصى مستوى
الجبن	GMP
الفاكهة	GMP
مستحضرات الفاكهة، حليب جوز الهند	GMP
حلويات صلبة وطرية	50 ملغم \ كغم
معجنات	GMP
لحوم اسماك، دواجن	100 ملغم \كغم
سمك مجمد، شرائح سمك، منتجات سمكية	GMP
منتجات سمكية وسمك مطبوخ	200 ملغم \ كغم
سمك مقلي ومنتجات سمكية	GMP
سكر ابيض وشبه ابيض، فركتوز، كلوكوز، زايلوز، محاليل سكرية وعصائر	GMP
سكرية، سكر محول، مولاس	GMP
سكريات وعصائر أخرى مثل السكر الأسمر، عصير maple	GMP
الأعشاب، البهارات، التوابل seasonings، condiments	100 ملغم \ كغم
الصلصة sauces والمنتجات المشابهة لها	100 ملغم \ كغم
منتجات بروتينية	5ملغم \ كغم
رحيق الفاكهة المبسترة في القناني والعلب	5ملغم \ كغم
المشروبات غير الكربونية	5ملغم \كغم
البيرة ومشروبات الشعير	5ملغم \كغم
النبيذ	

مشروبات روحية أو مسكرة الوجبات السريعة، البطاطا، الحبوب، أو منتجات نشوية أغذية مركبة مثل برمة casserole، فطيرة pies، لحم مفروم mincemeat	5ملغم \كغم GMP GMP

7. زيازانثين zea xanthine: وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذو لون اصفر – برتقالي هو بيتا– كاروتين فيه مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون الثالثة من الحلقة الأولى والثانية، يحصل عليه من زهرة الاقحوان من جنس Tagetes erecta، يستعمل كمضافات وصبغة الى علفية للدواجن لإنتاج بيض بأفضل صبغة والأسماك وريقات التويجات تملك محتوى مرتفع مع قيم مرتفعة أكثر من 8 غم\غم من الوزن الجاف فأن الليوتين هو استر مع باالميتيت، ميرستيت وستياريتيت وهو يوجد بحالة oleoresin الذي يحصل عليه بواسطة استخلاص الهكسان، وتستعمل في منتجات الألبان والمعجنات والعصائر.
8. فايولاكسانثين violaxanthin وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون اصفر.
9. الكابسانثين capsanthin: وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة ذو لون احمر يمكن الحصول عليه من الشطة paprika من جنس Capsicum annuum، الشطة هي أقدم مادة ملونه وبهارات ولونها احمر عميق وهي مسحوق لاذع محضر من البراعم والقرون المجففة للفلفل الحلو من جنس Capsicum annum الذي تنمو في اسبانيا، مركز أوروبا، أمريكا، آسيا وإفريقيا الذي تحتوي capsanthin,capsorubin وبيتا كاروتين الذي تقدر 90% من الصبغات الكلية وان المستخلص الذائب الزيتي الاحمر يحصل عليه باستعمال الهكسان كمذيب هو oleoresin بينما cayenne أو cayenne منتجة من أصناف مختلفة من C.annum وهي غالبا ما تكون أكثر حدية وان الجنس C.frutescens هو مصدر للصاص اللاذع جدا وان الشطة تجهز الطعم واللون وتستعمل الصبغة في الأغذية بشكل بهارات مثل البزا، الصلصة salsa، اللحوم، الشوربة، الصوصج، السلاطة، الاجبان المصنعة، السلاطة والوجبات السريعة، صناعة الأغذية لأغراض التلوين والطعم الذي يعطي لون احمر – برتقالي ومذاق مميز، سميتها منخفضة جدا وان زيادة الجرعة عن 11 غم\كغم يسبب السمية.

10. استازانثين **astaxanthin**: تستعمل كمضافات غذائية وعوامل دوائية غذائية وتوجد بحالة محاليل أو معلقات أو حالات منتشرة في الزيت أو الماء ومنتجات مجففة، مصدرها من جنس.Haematococcus sp تستعمل كمصدر تصبيغ في السالمون و trout، تستعمل كمضافات لون في علف سمك السالمون salmonid وكمضادات الأكسدة ومولدات الهرمونات، مولدة لفيتامين A، زيادة المناعية، التكاثر، النمو، الطفرة، الحماية الضوئية مكونات غذائية – دوائية كغذاء احمر طبيعي في اليابان وبعض دول أوروبا.

11. كروسين **crocin** وكورسيتين **crocetin**: وهي بهارات غالية جدا، تستعمل كبهارات، كمواد ملونة غذائية، كغذاء خاص بسبب كلفتها العالية وكمنتجات صيدلانية، يحصل عليها من الزعفران من جنسCrocus sativus وان cocin هو أسترات كلايكوسيل من crocetin، صبغة crocin ذات لون اصفر – برتقالي تكون ذائبة في الماء الساخن ويكون اقل ذوبان في الكحول بينما crocetin قليل الذوبان في الماء واكثر في المذيبات العضوية وتستعمل كبهارات مع صفات تلوين في مستويات من 1- 260 جزء بالمليون في مدى واسع من أنواع مختلفة من الأغذية مثل المعجنات، مستحضرات الحلويات، الشوربة، الحلويات، المشروبات الكحولية وغير الكحولية، وقوة التلوين تعزى الى الكاروتينويدات الذائبة في الماء وقابلية الذوبان العالية لصبغة الزعفران في الماء وتعتبر الهند وإيران هي المجهز الرئيسي في العالم إلا أن نوعيته لا تكون مرتفعة كما في اسبانيا وهو ينمو في اليونان وآسيا وفي العديد من دول العالم وان تركيز الصبغة الكلي من 11 17% مقدرة بواسطة طيف الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي 440 نانوميتر وهي تعطي لون اصفر نقي للرز والأغذية الأخرى (جدول -20) ويستعمل السافرون للنكهة واللون لمقاومة ضوء الشمس، العفن والاس الهيدروجيني وهي تملك سعة صبغ عالية ولا يسبب مشاكل في تجهيز الغذاء.

جدول (20) درجة نوعية الزعفران على أساس اللون في امتصاصية 440- نانوميتر

النوع	الامتصاص
I	190
II	150
III	110
IV	80

الانثوسيانانات كمواد ملونه أغذية: مستخلصات العنب يمكن أن تكون مصدر للانثوسيانانات فقط كمواد ملونه غذائية وان المستحضرات التجارية هي enocyanin و lees وهو راسب في خزان عصير العنب ويستخدم مستخلص لون العنب في الأغذية غير المشروبات بينما يستخدم مستخلص جلد العنبenocyanin كصبغة مسموح استعمالها في المشروبات وكلا تلك المستخلصات من العنب تستعمل بكميات حسب رغبة المستهلك والتشريعات القانونية في ذلك البلد وان المستخلصات التجارية للعنب تستعمل بصورة رئيسية للمشروبات والمشروبات الطرية بالإضافة الى منتجات الحلويات وصناعة الغذاء تحتاج استعمال صبغات طبيعية الذي تكون ذات كفاءة تصبيغ عالية ومسموح استهلاكها من الناحية الصحية وان مستخلص الفجل الأحمر يملك خواص لونية مشابه مع المواد الملونة الصناعية وان الانثوسيانانات للفجل الأحمر تملك قابلية ثبات عالية وان انثوسيانانات الكرز الملونة مع انثوسيانين الفجل الذي تملك قابلية حفظ على الأقل 6 شهور بدرجة 25 م وقابلية ثباتها مرتبط مع وجود مشتقات pelargonidin المؤسيلة وان الطريقة المقترحة لإنتاج انثوسيانين الفجل حيث تقشر الفجل الأحمر ثم يكبس للحصول على الصبغة المركز لأكثر من 90% وليس من الضروري استعمال إزالة الإنزيمات البكينية وتبريد للراشح النقي للعصير الذي يركز باستعمال مبخر يليه تركيز ازموزي مباشر واستعمال هذه الصبغات ينتج 7-10 إضعاف المركز في 4 ساعات الذي ينتج عصير مع محتوى مرتفع من الانثوسيانانات تقدر 400 ملغم\100 مل في 16 بركس ونكهة قليلة.

البيتالاينات كمادة لون غذائي: تستعمل البيتالاينات كمواد ملونة غذائية وتطبيقها يتضمن استعمال عصير pokeberry الذي يحتوي بيتانين لتحسين لون النبيذ الأحمر وبصورة عامة، التوافر التجاري للبيتالاييات حول العالم محدد بواسطة

التشريعات للعصير أو المسحوق المستحصل عليه من المستخلصات السائلة للبنجر الأحمر، صبغات البنجر يحضر تجاريا بشكل مركزات مجففة تحت تفريغ لغاية 60 الى 65% مواد صلبة كلية وهي تصنف كعصير خضراوات الذي يكون مجفف بالرذاذ مع مالتودكسترين للحصول على مسحوق البنجر والمنتجات تحتوي من 0,3-1% بيتالاينات، 75 80% سكريات و10% بروتين، عصير البنجر يحصل عليه تجاريا بواسطة الكبس الهيدروليكي وان البيتالايين يسترجع اقل من 50% وهذه العملية يمكن تحسينها باستعمال الإنزيمات وان العديد من المشاكل المرتبطة مع مستخلصات البنجر الأحمر مثل قابلية تغاير اللون والطعم والنكهة الذي تشبه البنجر والإنتاج المنخفض وان البيتالاينات الذي تملك امتصاصية مولارية وكميات قليلة من الصبغات النقية اقل من 50 جزء بالمليون المحسوبة بشكل بيتانين اللازمة للوصول الى التفات في اللالوان المرغوب لمعظم التطبيقات وان صفات قابلية الثبات تكون محدودة الاستعمال في الأغذية ويمكن استعمال منتجات البنجر الأحمر في الصناعات الغذائية وحسب رغبة المستهلك وهي منتجات الألبان، الدهون والزيوت الأساسية الحالية من الماء، الفواكه الطازجة المعاملة سطحيا والخضراوات الأخرى، الطبخ الأولي و pastas المجففة والمنتجات الشبيه الى بعض أنواع المعكرونيا noodles، اللحوم والدواجن ولحوم حيوانات الصيد الطازجة والمنتجات البحرية مثل الأسماك، البيض الطازج وأغذية الفطام للأطفال الرضع والأطفال في مرحلة النمو وعصير الفواكه والنبيذ ويمكن استعمال اللون الأحمر للبنجر الأحمر في تلك المنتجات حسب رغبة المستهلك.

مستخلصات الكاروتينويد: تستعمل الكاروتينويدات كمواد ملونة معروفة وهي تشمل مجموعه كبيرة من الصبغات المنتجة في الطبيعة مع إنتاج يقدر ملايين الأطنان ومعظم هذه هو fucoxanthin المنتج بواسطة الطحالب في المحيطات و 3 صبغات رئيسية هي الليوتين، violaxanthin و neoxanthin في الأوراق الخضراء وهناك أكثر من 600 مركب كاروتينويد موجود في العالم، التركيب البنائي الكيماوي لبعض الكاروتينويدات المثالية الموجودة في الطبيعة منها بيتا كاروتين الذي يحدث في الطبيعة مرتبط مع عدد من الصبغات الذي لها علاقة قريبة منها كيمياويا والمستخلصات تستعمل كمواد ملونة غذائية وان زيت النخيل يملك تركيز مرتفع من صبغات الكاروتينويدات وان بيتا كاروتين وحوالي 20 أخرى، زيت النخيل الخام

يستعمل كزيت طبخ لأنه ذو طعم مرغوب وهو زيت قابل للأكل بعد التنقية والزيت الخام والزيت شبه المنقى هي مواد ملونة فعالة وان معاجين الزانثوفيل معروف في أوروبا مكون من مستخلصات من ألجت، البروكلي والنباتات الأخرى ما لم تنصبن فإنها تكون خضراء بسبب وجود الكلوروفيل وهناك العديد من معاجين الزانثوفيل الذي تحتوي اكثر من 30% كاروتينات مع صبغات رئيسية في الأوراق الخضراء، الليوتين، بيتا كاروتين، neoxanthin و violaxanthin، المستخلصات من الجزر تحتوي حوالي 80% بيتا كاروتين ولغاية 20% ألفا كاروتين مع كميات قليلة جدا من مركبات أخرى هي الليوكوبين، المستخلصات من قشور الحمضيات تملك مواد ملونة برتقالية بشكل عصير برتقال وان astaxanthin هي مواد ملونة مرغوبة من السلمون المرقط والسالمون في الحيوانات والنباتات المائية والمصدر الاعتيادي كمنتجات عرضية في صناعة shrimp ,lobster إلا أن الطلب يؤدي الى زراعة الخميرة الحمراء Phaffia rhodoxyma لإنتاج astaxanthin، المستخلصات من الأقحوان marigold من جنس Tagetes erecta تستعمل كمواد ملونة فيعلف الدواجن والمستخلصات المتوفرة في 3 أشكال رئيسية هي dried ground petals,crudeoleoresins,purified oleoresins في مدى واسع من الصيغ التركيبية والمستحضرات من الطماطة تعطي مكونات طعم والزيادة في الطلب على بيتا كاروتين الطبيعي يؤدي الى إنتاج مستخلصات بيتا كاروتين من الطحالب الدقيقة وبعض اجناس Dunaliella الذي تتجمع لغاية 10% من الوزن الجاف لبيتا كاروتين وان كل مستخلصات المكاروتيونويدات تكون صفراء فعالة الى مواد ملونة برتقالية الذي تستعمل في أنواع مختلفة من الأغذية اعتمادا على التنظيمات والتشريعات القانونية وهي تتضمن الزيوت النباتية، المارجرين منتجات الألبان، اليوغارت، الايس كريم، الحلويات، العصائر والجلي والكاسترد، توجد هناك معلومات قليلة عن سمية المستخلصات من الجزر، ألجت، زيت الذرة، زيت النخيل، الطماطة الذي تستعمل كمواد ملونة في الغذاء وان محتواها المستعمل لا يزيد عن الموجود اعتياديا في الخضراوات وان عدد من التجارب السمية أجريت على طحالب Dunaliella لزيادة أهمية استعمالها في الأغذية من الناحية الصحية وقد أجريت العديد من الدراسات عن السمية في D.salina ولم تظهر أي مشاكل سمية وان بيتا كاروتين من نوع cis الذي تمتص لمدة محدود اقل من trans beta carotene حيث وجد بان 2,5

غم\كغم\يوم من مستخلص D.Hardawil، الكاروتينويدات مهمة فسيولوجيا بسبب أن بعضها مولدات لفيتامين A وهي تسلك جذر أو أوكسجين منفرد له القدرة أن تعمل كمضادات أكسدة والعديد منها يخفض خطر مرض الأوعية القلبية، سرطان الرئة وتوليد العضلات الذي لها علاقة بالعمر كاتاراكت، التأثيرات المفيدة لبيتا كاروتين يحدث خلال العديد من النماذج هي الحماية الضوئية، الحماية المضادة للأكسدة وزيادة الاستجابة المناعية فالغذاء الغني بالكاروتينويدات يخفض خطر مرض القلب التاجي إلا انه يدعم الغذاء مع بيتا كاروتين الصناعي لا ينتج نفس الفائدة كما تؤدي الى زيادة الاهتمام بالكاروتينويدات مثل الليوتين بسبب منعه لمرض الأوعية القلبية والسرطانات في البروستات والقناة المعدية – المعوية، الزيادة في ظواهر الصحة للكاروتينويدات يزيد من استعمالها كمادة ملونة.

مستخلصات اللايوكوبين كمواد ملونه أغذية: اللايكوبين هو الصبغة الرئيسية في الطماطة وهي أحد الكاروتينويدات الرئيسية في غذاء الإنسان وهي تقدر 50% من الكاروتينويدات في مصل الإنسان والطماطة ومنتجات الطماطة تنتشر على نطاق واسع في الغذاء حول العالم والذي يقم سعرها على أساس توزيع الطعم واللون والمصدرالرئيسي اللايكوبين هو منتجات الطماطة الذي توجد في الرقي، الجوافة والعنب الوردي وفي كميات قليلة في على الأقل 40 نباتا ويتكون التركيب البنائي للايكوبين وهو هيدروكربون مرتبط طويل السلسلة والذي يتأكسد بسهولة بوجود الأوكسجين والمتناظر الى المركبات cis بواسطة الحرارة وكلا من تلك التفاعلات تحدث في المحاليل المنتقاة من اللايكوبين إلا إنها في وجود المركبات الاخرى الموجودة طبيعيا في الطماطة، اللايكوبين أكثر ثبات، فأن الامتصاص للايكوبين في معدة الإنسان الذي تزداد بواسطة المعاملة الحرارية من المحتمل بسبب هدم الخلايا النباتية الذي تجعلها أكثر قبولاً والمستحضرات من الطماطة على نطاق واسع المستعملة في البزا، ألبستا، الشوربة، المشروبات وأي منتجات مقبولة مع طعم ولون مرغوب للطماطة، هناك معلومات قليلة عن الأمان متوفرة عن منتجات الطماطة بسبب كونها مادة غذائية رئيسية منذ فترة طويلة من الزمن، تناول الطماطة ومنتجاتها له علاقة عكسية الى خطر تطور السرطانات في مواقع مختلفة تتضمن غدة البروستات، المعدة والرئة وتقترح الدراسات حول تقليل خطر الثدي، العنق، التجويف الفموي والبنكرياس.

مستخلصات الليوتين كمواد ملونه أغذية: مكون رئيسي في العديد من النباتات وهي مكونات لمعظم مستخلصات الكاروتينويدات المقترحة كمواد ملونة في الغذاء، وهي تملك تركيب بنائي يشبه بيتا كاروتين مع مجموعة هيدرو كسيل على الحلقة ionone في كل نهاية من الجزيئة وهي اقل حساسية للأكسدة والهدم الحراري من بيتا كاروتين وتعزى الى اللون الأصفر وهناك معلومات قليلة حول سميتها المتوقعة مقارنة الى الكاروتينويدات الأخرى، هناك العديد من الدراسات المرتبطة مع الليوتين لخفض خطر العين، الجلد والاضطرابات الصحية الأخرى ونشاطه المضاد للأكسدة وهو يتايض الى زيا زانثين وهو مناظر وهناك العديد من المركبات الأخرى الذي تحمي macula من الأشعة فوق البنفسجية وان الليوتين يلعب دوراً مهماً في خفض هدم macular كما ان له دور في خفض خطر السرطان ويستعمل كمادة غذائية داعمة

الاناتو كمواد ملونة أغذية: هي واحد من أقدم المواد الملونة المستخدمة في الأغذية والمستحضرات التجميلية والصناعات النسيجية وهي من بذور لنباتات استوائية العليق bush من جنس Bixa orellana الذي توجد بصورة رئيسية في مركز وجنوب أمريكا وفي غرب إفريقيا، الصبغة الرئيسية في الاناتو هي الابكسين Bixin ونور بكسين norbixin وهي الكاروتينويد الرئيسي والبكسين هو استر أحادي مثيل من الكاروتينويد ثنائي الكربوكسيل وان نور بكسين هو شكل متصبن أي حامض ثنائي الكربوكسيل من نفس الكاروتينويد وجزء حامض البكربوكسيليك من الجزيئة يعزى الى قابلية ذوبان الماء وشكل استر يعزى الى قابلية ذوبان الزيت، تستعمل على نطاق واسع بشكل مستخلصات كاروتينويد وخاصة في الألبان والمعجنات ومنتجات الحلويات (جدول -21)، البذور تنمو بتجمعات أو عناقيد كبيرة في غلاف capsular الذي عند الجني تجفف في الشمس وتخرج وتسحق وتستخلص بطرق مختلفة مع مذيبات عضوية مثل الأسيتون، ثنائي كلوروميثان، ايثانول، هكسان، ميثانول وبروبان-2-أول أو ثلاثي كلورواثيلين ثم إزالة المذيب لإنتاج مستخلصات ذائبة في الزيت أو معلق زيتي ومستخلصات ذائبة في الماء، المستخلصات الذائبة في الزيت تحتوي بكسين طبيعي بينما الإشكال الذائبة في الماء مكونه من محاليل من norbixin بشكل ملح البوتاسيوم ويحصل عليه من البكسين

بواسطة التصبن (0,2 - 0,3% من الصبغة أو معلق زيتي بمعدل 4% من الصبغة ومن مستخلصات ذائبة في الزيت حول 5% أو منتجات مجففة بالرذاذ لغاية 14%) وان الأشكال المسحوقة تكون ذائبة في الماء وذائبة قليلا في الايثانول.

جدول (21) بعض استعمالات مستخلصات الاناتو

الغذاء	أقصى مستوى
مستحلبات تحتوي اقل من 80% دهن	30 ملغم \ كغم
منتشرات على أساس الفاكهة	GMP
كوكا ومنتجات شيكولاته	25ملغم \ كغم
منتجات حلويات منها الحلوى	25 ملغم \ كغم
صاص حلو وديكورات	30 ملغم \ كغم
Pastas مجففة أو مطبوخة أوليا	12 ملغم \ كغم
منتجات معجنات اعتيادية	GMP
الكيك، cookies ,pies	15 ملغم \ كغم
منتجات معجنات دقيقة مثل doughnuts	40 ملغم \ كغم
,muffins	15ملغم اكغم
خليط للمعجنات الدقيقة مثل الكيك و pancakes	50 ملغم \ كغم
لحوم مصنعه، دواجن، منتجات game في قطع	50 ملغم \ كغم
لحوم ودواجن مصنعة ومتخمرة بدون معاملة بالحرارة	60 ملغم \ كغم
صوصج	30 ملغم \ كغم
اسماك مجمدة ومطبوخة وشرائح اسماك ومنتجات اسماك	30 ملغم \ كغم
منتجات مختلفة مطبوخة	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات اسماك مقلية	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات اسماك مملحة، مخمرة، مجففة مدخنة	15 ملغم \ كغم
اسماك ومنتجات سمكية شبه محفوظة	15 ملغم \ كغم
فركتوز، كلوكوز، زايلوز، محاليل سكرية سكر ابيض	GMP
سكر محول، مولاس وسكريات أخرى وعصائر مثل سكر	GMP
اسمر وعصير maple	30 ملغم \ كغم
الإعشاب، البهارات seasoning ,condiments	100 ملغم \ كغم
خردل	150 ملغم \ كغم
	100 ملغم \ كغم
الشوربة والمرق	GMP

الصاص والمنتجات الشبيهة مدعمات الأغذية المركزات السائلة أو الصلبة لعصير الفواكه Savories جاهز للأكل منتجات خضراوات متخمرة مشروبات مطعمة مائية	GMP 30 ملغم \ كغم GMP 2000 ملغم \ كغم

حيث أن GMP هي حسب الخبرة العملية

البكسين يملك قابلية ذوبان ضعيفة في الزيت وبواسطة التعليق فأن صبغة اللون غير المستخلصات الذائبة في الزيت وبواسطة استخلاص بذور الاناتو مع الماء وهيدروكسيد البوتاسيوم فان البكسين يتحول الى صبغات ذائبة في الماء غير بكسينية nonbixin، المحاليل الذائبة في الماء تحتوي 0,5- 4% من nonbixin والمسحوق مع تراكيز أعلى من 15% يمكن انجازها خلال التجفيف بالرذاذ وتجاريا بذور الاناتو تستعمل كبهارات وتخلط مع مكونات أخرى قبل إضافتها الى الشوربة أو إطباق اللحم الذي تستعمل لتلوين الأغذية ومواد التجميل والصناعات النسيجية وان المستخلصات الذائبة في الزيت تكون مناسبة لمنتجات الألبان المنتشرة والسلطات والوجبات الغذائية السريعة أي الأغذية الزيتية ولإنتاج المساحيق الذائبة في الماء ومنتجات مجفدة يحصل عليها من صمغ اكاشيا acacia gum والمالتودكسترينات أو النشا المحور كعوامل حمل لجعل المنتجات ملونه من الأصفر الى البرتقالي بينما معلقات الزيت ذات لون برتقالي – اصفر ومناسبة في منتجات مع كمية عالية من الزيت الموجود مثل المارجرين والزبد والوجبات السريعة، وان البكسين و nonbixin تخلط لإنتاج اللون المطبق في الأغذية المبنية على أساس الماء والزيت، التطبيقات المثالية لمنتجات nonbixin هي الاجبان، الايس كريم، المثلجات المائية، المعجنات، الحلويات السكرية والمشروبات الذي تعطي لون برتقالي – اصفر ومستحضرات الاناتو تملك قابلية ثبات جيدة إلا إنها ذات صفات تلوين حساسة للأس الهيدروجيني ومن المتوقع للأحماض الكربوكسيلية وصبغات الاناتو لا تقارن مع أملاح calcium، ثاني اوكسيد الكربون أو الأوكسجين، كلا من nonbixin والبكسين ثابتة نسبيا للحرارة بينما قابلية ثبات الضوء هو أفضل عندما nonbixin يرتبط الى البروتين مثل الجبن

وان nonbixin يترسب في أس هيدروجيني منخفض ولا يستطيع الخلط مع منتجات تحتوي الكالسيوم وان منتجات nonbixin تكون ثابتة في أس هيدروجيني منخفض، الاناتو لحد ما غير ثابت للضوء والأوكسجين إلا أن تقنيا مادة ملونه جيدة والاستعمال الأساسي للاناتو هي مادة ملونه في منتجات الألبان بسبب قابلية ذوبانها في الماء إلا إنها تستعمل لتعطي لون اصفر الى احمر في مدى واسع من المنتجات اثبت الكثير من الدراسات حول عدم سمية الاناتو وقد تكون ذات سمية منخفضة جدا وتكون سامة إذا كان تركيزها أكثر من 50 غم\كغم من بشكل ذائب في الزيت و35 غم\كغم للشكل الذائب في الماء واستعمال 26 ملغم\كغم\يوم لا يظهر اي تأثيرات سمية ولا تحدث مشاكل في التكاثر عند تناول 500 ملغم\كغم\يوم وان الاناتو لا يكون متسرطن وتستعمل الاناتو لغاية 0,065 ملغم\كغم\يومك لصبغة الاناتو المبنية على أساس الدراسات، بذور الاناتو تستعمل منذ فترة طويلة كمادة طبية تجارية لتداوي جروح الجلد، الحروق وتستعمل لمعالجة الإسهال، داء الربو وكمضاد للحمى والاناتو ذات تأثيرات قوية كمضاد للأكسدة وهو يثبط بيروكسدة اللبيدات ونشاط lipoxidase.

إضافة اللون في الزبد: يضاف اللون للزبد للحصول على لون ثابت وموحد على طول ألسنه بغض النظر عن مصدر القشطة سواء كان مصدرها حليب الأبقار أو حليب الجاموس وللمحافظة على اللون الأصفر في الزبد المصنع طول فترة الإنضاج ويضاف اللون المسموح له صحيا حسب تعليمات الجهة المصنعة لها وحسب اللون المطلوب وكمية اللون المضاف تعتمد على نوع ومصدر القشطة وفصل السنة ورغبة المستهلك والمادة الملونة للزبد يجب أن تكون غير سامة وخالية من الطعوم الغريبة وذائبة في الدهن ولا تؤثر على صحة المستهلك ولا تسبب تغيرات كيمياوية في الزبد، وهناك نوعين من المواد الملونة هي:

من اصل معدني: الذي يكون غير ضار وذائب في الدهن ويخلط مع الزيوت المتعادلة مثل benzene azo beta-naphthylamine,ortho toluene azo-beta naphthylamine وهي صبغات صفراء اللون وهي اكثر تركيز من الصبغات النباتية وهي صبغات ثابتة مقارنة مع الصبغات النباتية.

- أصل حيواني: وهي تشمل صبغات قطران الفحم الذائبة في الدهن غير المؤذية الذي يتم خلطها مع زيت متعادل وهي تشمل الصبغة الصفراء Yellow AB أو ما يطلق عليها azo beta-naphthylamine-benzene والصبغة الصفراء Yellow OB أو ما يطلق عليها beta--ortho tolune azo naphthyl amine وهي تملك محاسن عندما تكون مركزة ويجب خزنها في الظلام وعبوات خالية من الهواء بدرجة حرارة الغرفة من 18-21 م لضمان قابلية حفظ طويلة، المضاف تتراوح ما بين صفر- 250 مل أو اكثر لكل 100 كغم من الدهن ويضاف اللون إلى القشطة في الخضاض ولون الزبد يجب أن يكون غير مؤذي وخالي من الطعوم الغريبة وذائب في الدهن.

مواد أخرى كمواد ملونة

1. Dunaliella sp كمواد ملونه أغذية: وفيه كاروتينويد رئيسي هو بيتا كاروتين ويستعمل كمضافات غذائية وعلفية ودعم الأغذية وهو توجد بشكل محاليل أو معلقات في خضراوات درجة غذائية أو زيت نباتي ومساحيق منتشرة في الماء وتستعمل كمضافات غذائية، بيتا كاروتين منتج من الطحالب ومستخلصاتها محضرة بواسطة استخلاص المذيبات مع المذيبات التالية الهكسان، الايثانول وزيت الخضراوات.
2. Haematococcus sp. كمواد ملونه أغذية: والكاروتينويد الرئيسي فيها هو astaxanthin والذي تستعمل كمضافات غذائية وعوامل دوائية غذائية وتوجد بحالة محاليل أو معلقات أو حالات منتشرة في الزيت أو الماء ومنتجات مجففة، تستعمل كمصدر تصبيغ في ,aquaculture بصورة رئيسية في السالمون وان astaxanthin تستعمل على نطاق واسع في السوق وتستعمل بواسطة حقول الأسماك وتتمثل 10-20% من كلفة العلف لا وان أكثر من 95% من استهلاك السوق المشتق صناعيا والمستهلك يطلب المنتج الطبيعي الذي يجعل الصبغات الصناعية اقل رغبة وتجهز فرصة لإنتاج الكاروتينويد الطبيعي astaxanthin بواسطة Haematococcus الذي تنتج 1,5 – 3-% منها والذي تكون مقبولة في aquaculture والمركزات من الطبيعية وهي تستعمل

كمضـافات لـون في علـف salmonid وتسـتعمل في aquaculture بواسـطة وظـائف بعض مضـادات الأكسـدة ومولـدات الهرمونـات وزيـادة المناعيـة ومولـدة لفيتـامين A والتكـاثر والنمـو والطفرة والحمايـة الضـوئية وبصـورة عامـة فإنهـا تستعمل كمكونات غذائية – دوائية وان تستعمل كغذاء احمر طبيعي في اليابان وبعض دول أوروبا.

الأقحوان marigold كمواد ملونه أغذية: مصدرها مـن جـنس Tagetes erecta والذي فيها الكاروتينويد الرئيسي هو الليوتين والزيازانثين والذي تسـتعمل كمضافات علفية للدواجن وعلف الأسمـاك ويسـتعمل oleoresin المنقـى كمضـافات علفية مثل pastas وزيت الخضراوات والمارجرين والسلع الغذائية وهـي توجـد بحالـة oleoresin، تويجـات أزهـار مجففـة و oleoresin المنقـى وهـي عشـبه سـنوية وان وريقات التويجات تملك محتوى مرتفع من الكاروتينويدات مع قيم مرتفعة أكثـر مـن 8 غــم مــن الكاروتينويــدات\ كغــم مــن الوريقــات التويجيــة المجففــة وهــي أحــد الكاروتينويدات في تركيبها الكيماوي مثل الليـوتين مـع أكثـر مـن 80% وان منتجـات الأقحوان الرئيسي هـي الأزهـار و oleoresin الـذي يحصـل عليـه بواسـطة اسـتخلاص الهكسان وفي oleoresin فأن الليوتين هو استر مع بالميتيت، ميرستيت وستياريتيت في كل الارتباطات وان oleoresin تستعمل مباشرة لإنتاج بيض بأفضل صبغة إلا انـه في الصبغات من جلد broiler الذي يجب أن يصبن مع القلوي 40% من هيدروكسـيد الصـوديوم أو البوتاسـيوم وهـي تسـتعمل في تصـبيغ الأعـلاف وفي الاتحـاد الأوروبـي كمضـافات علفيـة وصـبغة الأقحـوان تنقـى وتخلـط مـع زيـت خضـراوات مناسـبة وسيليكات الكالسيوم والجيلاتين للحصول على منتجات درجة غذائية وهذه المنتجات مناسبة لتلوين pastas زيوت الخضراوات منتجات الألبان والمعجنات والعصائر.

الشـطة paprika كمـواد ملونـه أغذيـة: مصـدرها الرئيسـي جـنس Capsicum annuum والكاروتينويـدات الرئيسـية فيهـا هـي capsanthin capsorubin, والذي تسـتعمل في الأغذيـة ولتضـيف الطعـم واللـون بشـكل بهـارات مثل البزا، الصلصة salsa، اللحوم، الشوربة، الصوصج، السلاطة والوجبات السـريعة وهي توجد بشكل مسحوق شطة و oleoresin، يحصل عليها من القرون المجففة مـن

الفلفل الحلو من جنس Capsicum annum للحصول على الشطة تسحق البقول لإنتاج المسحوق من اللون الأحمر العميق والطعم وكاروتينويدات الشطة هي بصورة رئيسية capsorubin, capsanthin الذي تحدث يشكل أسترات حامض الليوريك ونوعية الشطة هي متخصصة كقوة لون بواسطة قياس الامتصاص بطول موجي 460 نانوميتر في مستخلص الأسيتون وان oleoresin الشطة هو مستخلص ذائب زيتي احمر الذي يحصل عليه باستعمال الهكسان كمذيب واستعمال الشطة كبهارات وهي محدودة لتناسب منتجات savory واستعمال مسحوق الشطة و oleoresin مسموح لتلوين الغذاء بصورة عامة، مصدرها موجود في براعم الفلفل الأحمر الحلو من جنس Capsicum annuum الذي ينمو في اسبانيا ومركز أوروبا وأمريكا وآسيا وإفريقيا وهو يستعمل في صناعة الأغذية لأغراض التلوين والطعم الذي يعطي لون احمر – برتقالي ومذاق مميز، مكون من العديد من الصبغات الكاروتينويديه المختلفة الذي تطورت خلال الإنضاج ومسؤولة عن اللون الأحمر ومنها capsanthin, capsorubin وبيتا كاروتين وتقدر حوالي 90% من الصبغات الكلية والقوة يعبر عنها وحدات لون colour units أي .C.U لكل غرام وللاستعمال كلون فأن oleoresin الذي يحصل علية بواسطة مذيبات الاستخلاص من البراعم والمستخلص يعدل مع زيت الخضراوات لقوة اللون المرغوبة الشطة تملك طعم مميز وتستعمل في منتجات savoury مثل اللحوم، الشوربة، الصاص والوجبات السريعة، المنتجات منزوعة الطعم تكون متوفرة للاستعمال في الحلويات السكرية والمشروبات إلا إنها لا تنتشر على نطاق واسع وقابلية ثباتها للحرارة والضوء تكون جيدة ويمكن تحسينها من خلال ثباتها مع مضادات الأكسدة، الشطة هي أقدم مادة ملونة وبهارات ولونها احمر عميق مسحوق لاذع محضر من البراعم المجففة للفلفل الحلو من جنس Capsicum annum وتحتوي الشطة على capsorubin و capsanthin الذي تحدث بصورة رئيسية كالسترات حامض الليوريك وان حوالي 20 صبغة كاروتينويد أخرى وهي منتجة في العديد من دول العالم وان فلفل cayenne أو cayenne منتجة من أصناف مختلفة من C.annum وهي غالبا ما تكون أكثر حدية وان الجنس C.frutescens هو مصدر للصاص اللاذع جدا وان شطة oleoresin المنتجة بواسطة استخلاص المذيب من المسحوق وان الشطة تجهز الطعم واللون واستعمالها محدود لمنتجات مقارنة مع الطعم وان الارتفاع في الطلب لمنتجات الطماطة بشكل بزا أو

سلاطة تزيد من الطلب على الشطة وهي تستعمل في منتجات اللحوم، الشوربة، الصوصج والسلاطة، الاجبان المصنعة والوجبات السريعة والحلويات والسلع المعبأ، سميتها منخفضة جدا وان زيادة الجرعة عن 11 غم/كغم يسبب السمية.

الزعفران Saffron كمواد ملونه أغذية: يحصل عليها من جنس Crocus sativus وان الكاروتينويد الرئيسي فيها هو crocetin,crocin وهي تستعمل كغذاء خاص بسبب كلفتها العالية ومنتجات صيدلانية،وهي بهارات غالية جدا وتستعمل في الصناعات الغذائية وان استهلاكها يزداد لأنها ذات صفات مفيدة غذائيا وهذا النبات ينمو في اليونان وآسيا وهو موجود في العديد من دول العالم وتعتبر الهند وإيران هي المجهز الرئيسي في العالم للزعفران إلا أن نوعيته لا تكون مرتفعة كما في اسبانيا، وان تركيز الصبغة الكلي للزعفران تتراوح من 11-17% كمقدرة بواسطة طيف الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي 440 نانوميتر ويستعمل الزعفران كبهارات مع صفات تلوين في مستويات من 1- 260 جزء بالمليون في مدى واسع من المعجنات ومستحضرات الحلويات وفي المشروبات الكحولية وغير الكحولية وهو متوفر بأشكال مختلفة وقوة التلوين تعزى الى الكاروتينويدات الذائبة في الماء وان cocin هو أسترات كلايكوسيل من crocetin وقابلية الذوبان العالية لصبغة الزعفران في الماء من الفوائد القوية مقارنة الى الكاروتينويدات الأخرى الذي تحتاج صيغ تركيبية خاصة لتكون ذائبة أو منتشرة في النظام الغذائي السائل والسبب لتطبيقها الكبير كمواد ملونة غذائية وهي تستعمل لتعطي لون اصفر نقي للرز والأغذية الأخرى وهي تكون مطبقة كبهارات واللون هو المتغير الرئيسي لدرجة النوعية للزعفران (جدول -22) واستعماله كعامل تلوين في الأغذية استخدم عام 1966.

جدول (22) درجة نوعية الزعفران على أساس اللون في امتصاصية 440- نانوميتر

النوع	الامتصاص
I	190
II	150
III	110
IV	80

السافرون مادة ملونه قديمة جدا وهي منتجة من stigmas مجففة من أزهار بصيلات الزعفران crocus من جنس Crocus sativa وهو ما يعرف البهار الخبير بالأطعمة والأغذية لأنه ينتج بطعم ولون مرغوب وسعره مكلف وهو يحدث من استعمال 150000 زهرة لإنتاج 1 كغم من الزعفران،الصبغة الرئيسية في السافرون هي crocin و Crocetin وان crocin هو digentiobioside من كاروتينويد ثنائي الكربوكسيل هو crocetin البروتين السكري والكاربوكيسلبيك في الجزيئة تعزى الى قابلية الذوبان في الماء وهو أكثر ثبات للضوء والأوكسجين من الاناتو إلا أنة تقنيا مادة ملونة جيدة وتستعمل في أنواع مختلفة من الأغذية الخبيرة، توجد معلومات قليلة حول استعمال السافرون والتشابه الكيماوي للصبغة الى الاناتو والكاروتينويدات الأخرى والذي تقترح بأن السافرون لا يسبب مشاكل في تجهيز الغذاء.

الطماطة كمواد ملونه أغذية: المصدر الرئيسي لها جنس Lycopersicon esculentum والكاروتينويد الرئيسي هو الليوكوبين وبيتا كاروتين وتستعمل كمكون غذائي ومستحضرات الليوكوبين كمواد ملونه غذائية وصيدلانية وتوجد بحالات مختلفة، تملك محتوى كاروتينويد مرتفع مع اللايكوبين المركب الرئيسي من 80 الى 90% من الكاروتينويد الكلي يليه بيتا كاروتين أنواع الطماطة الجديدة مع محتوى مرتفع ومحسن تم تطويرها وان الطماطة المطور مع محتوى مرتفع من بيتا كاروتين الذي تكون أفضل مصدر لفيتامين A وان منتجات اللايكوبين بدأت تستخدم تجاريا وان التحويرات الأخرى تكون لازمة لاستعمال مستخلصات الطماطة كمواد ملونه بسبب طعمها القوي.

البنجر الأحمر كمواد ملونة أغذية: لون البنجر الأحمر يحصل عليه من جذور البنجر Beta vulgaris الذي يزرع في المناطق عالية الحرارة وان الصبغات موجودة في جذور البنجر تتألف من مجموعة من الصبغات الحمراء ومجموعه من الصبغات الصفراء وفي معظم الأنواع من جذور البنجر فأن betanin الصبغة الحمراء هو المركب الملون الشائع الذي يشكل 75 -90% من اللون الكلي الموجود جذور البنجر تجنى في الخريف ويستخلص عصيرها بواسطة وسيلة فيزياوية وتستمر العملية تحت ظروف

حامضية وتركز بواسطة الترشيح الفائق ويبستر لإنتاج سوائل لزجة مع تركيز 0,5% بيتانين وهذا العصير يمكن تجفيفه بالرذاذ الى مسحوق مع محتوى بيتانين 0,35% ويستعمل المالودكسترين كمادة حاملة، البنجر الأحمر يعطي لون شليكي جيد في الايس كريم، منتجات الألبان، المربيات والجلي بالإضافة الى الحلويات السكرية الذي لا تتعرض الى معاملة حرارية عالية وهي ذات لون كثيف جدا ومستوى الجرعة منخفض وان الصبغة تكون حساسة الى الهدم الحراري والأكسدة الذي تحدد استعمالها ويمكن إزالتها بإضافة اللون بعد المعاملة الحرارية وقابلية ثباتها مرتفعة في أس هيدروجيني 4,5 ولون البنجر الأحمر لا يوصى به للتطبيقات القاعدية.

الكركم كمواد ملونه أغذية: نبات الكركم يستخدم منذ فترة طويلة جدا أي حوالي 600 قبل الميلاد ويزرع في العديد من الأقطار الاستوائية في جنوب وجنوب شرق أسيا في الصين والهند وجنوب إفريقيا وشرق الانديز وهو يعود الى جنسCurcuma longa من عائلة Zingiberaceae وهناك أكثر من 50 صنف معروف في الهند من Curcuma الذي تسمى turmeric إلا أن C.longa L يمثل ذات الأهمية التجارية وان الإنتاج السنوي أكثر من 240000 طن الا ان 94% منه ينتج في الهند وان معدل إنتاج الكركم هو 2,5- 18طن في الهكتار وهو يستهلك في العديد من دول العالم وبكميات كبيرة جدا ويصل استهلاكه في بعض دول العالم 3,8 غم\يوم، يتعرض الى العديد من الأوبئة الشائعة التي تصيب رايزومات الكركم المعروفة shoot borer من صنف Dichocrocis punctiforalis وأوراق roller caterpillar من جنسUdaspes folus والحشرات من جنس Aspidotus hartii الذي تسبب تلف رايزومات الكركم في الحقل وفي الخزن ولتقليل الضرر يجب أن تعامل مع المنتجات مثل dimethoate أو phosphamidon,malation, أوdimethane وهو يباع في منتجات معبئة في عبوات غير شفافة ويستعمل كبهارات لآلاف السنين وهي أحد المكونات الأساسية في الكاري curry وهو يستعمل كبهارات وكمادة ملونه مادة ملونه قديمة جدا وفي مستحضرات تجميل النساء وفي الطب الشعبي وكعامل طارد للغازات من المعدة carminative ومصحح لسوء وظيفة الصفراء وكمادة مانعة لسرطان القولون ويستعمل في ارتباط مع الاناتو في الايس كريم، اليوغارت، السلع المعلبة، الزيوت والحلويات والتطبيقات النموذجية تتضمن في

منتجات الألبان، الحلويات السكرية، الايس كريم، الثلج المائي، منتجات المعجنات وهو ذو السمية منخفضة جدا والجرعة المميتة من oleoresin أكثر من 10 غم\كغم وان تناول 500 ملغم\كغم\يوم ليس لها تأثيرات سمية وان الكركم يملك تأثيرات مضادة للأكسدة بوجود curcumin demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin وكل تلك المركبات الثلاثة تثبط بيروكسدة اللبيدات وتملك تأثير مضاد للأكسدة لتحليل الدم وبيرو كسدة اللبيدات وان oleoresin oleo الكركم هو خليط من المركبات هي الزيوت الطيارة، الدهون غير الطيارة ومواد الرتنجية وان oleoresin المستعمل بصورة رئيسية كمكون غذائي وثانويا كبهارات وان المصدر للحصول على oleoresin هي أصابعAllepey و Madras من صنف C.longa وان curcuminoids الكلية في أصابع Allepey تختلف من 5 الى 7% ويحتوي 3 صبغات رئيسية هي ,demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin curcumin معا مع حوالي 4 مركبات طعم ومادة oleoresins تحضر بواسطة استخلاص الرايزومات المجففة مع أنواع من المذيبات الكيماوية وتركيز resins لربما مع إضافة الزيتون والحاملات الأخرى، فأن turmeric,turmeric oleoresins غير ثابتة للضوء والظروف القلوية وعدد من المواد الذي تضاف لتثبيت الجزيئة وان curcumin غير ذائب في الماء إلا انه بشكل ذائب في الماء بواسطة تكوين معقد المركب مع الزنك أو القصدير لتكوين مواد ملونه برتقالية وهو غير ذائب في الماء وفقير الذوبان في المذيبات الاخري والمنتج النموذجي للاستعمال في صناعة الغذاء تملك 4- 10% من curcumin والذي يتم انتشار curcumin النقي في خليط من مذيب درجة غذائية ومستحلب بواسطة الإذابة في زيت الخضراوات أو بواسطة الرذاذ على النشأ وان curcumin في الوسط السائل يملك لون ليموني- اصفر مع طيف اخضر في أس هيدروجيني منخفض وان curcumin يملك قابلية ثبات حامضية وحرارية جيدة إلا انه حساس الى الضوء والصبغة الملونة الأساسي هي curcumin اللون النقي منتج بواسطة التبلور لمادة oleoresin الناتجة في منتج مع 99% من curcumin وقليل جدا من مركبات الطعم وجذور الكركم تجنى في شباط ويحول الى مسحوق ويستخلص مع المذيب، مادة oleoresin في الكركم تملك 37 – 55% من curcumin ونفس النسبة النسبية من مركبات الطعم واللون بشكل بهارات، في مرحلة الإنضاج من خطوات التصنيع

العامة، فأن الرايزومات تطبخ لتقليل وقت سحب الماء ولتوليد منتج ذات لون منتظم وان قابلية استخلاص curcuminoid والإنتاج أكثر من الرايزومات غير المطبوخة من المطبوخة وان الإنضاج يتضمن فقد المواد الملونة وان وقت الإنضاج يعتمد على حجم الوجبة المعاملة وبعد التجفيف فأن الرايزومات تصبح صلبة وبراقة وذات لون اصفر منتظم وان الرطوبة النهائية حوالي 5% إلا إنها للأسباب التجارية فأن الرايزومات تجفف جزئيا الى حوالي 15 - 30% ونقلها الى مركز الجهاز وطريقة polishing تحسن من مظهر الكركم المجفف بواسطة استبعاد القشور خارج السطح وان الكركم المعرض الى polishing أكثر جذاب مع لون اصفر براق وبعض الأحيان alum، ground castor seed ومسحوق الكركم تستعملن لتعطي لون براق والرايزوم المعامل يخزن في أكياس مزدوجة في ويجري تدخين fumigation دوريا لمنع أو استبعاد الوباء، الكركم الذي يسوق تجاريا إما بشكل كلي أو مسحوق أو oleoresin والصفة تعتمد على احتياجات المستهلك والمستهلك في الغرب يستخدم مسحوق الكركم وفي الدول النامية تستخدم ككل وفي المناطق الريفية بشكل مسحوق وان الكركم المسحوق ثابت تماما للحرارة المعتدلة والعناية الخاصة غير ضرورية خلال الإنتاج وان مسحوق الكركم يخزن بكميات في العبوات الذي فيها امتصاص الرطوبة وتعرض الضوء يمكن منعه وان المنتج يكون ثابت لمدة 6 شهور، وان المذيبات المستعملة في الاستخلاص هي المستخدمة في الصناعات الزيتية مثل الهكسان، الهبتان، الأسيتون، الكحول والاثيلين ثنائي الكلوريد وان القطبية للمواد الملونة للصنف C.longa تحدد استعمال العديد من المذيبات الذي هي الأسيتون وهو أفضل المذيبات لاستخلاص oleoresin لنوعية الغذاء وان وقت الاستخلاص يكون متغير إلا أن جهاز سوك سليت ينتج حوالي 5% الذي تحتوي 42% من curcuminoids في 4-5 ساعات وعند استخلاص المستوى الصناعي فأن الإنتاج في مدى 0,1- 12% وان محتوى curcumin يكون اقل لانخفاض من الحاصل علية في سوك سليت وان المنتج النهائي يكون زيت عالي اللزوجة مع 4,5- 5% من cxurcumin وهو منتج برتقالي مسمر عميق و30 -40% من curcuminoids و15-20% من الزيت الطيارة ولسهوله تداول يفضل أن يكون المنتج عالي اللزوجة ويخلط مع مواد مخففة مسموح استعمالها هي بروبلين كلايكول أو متعدد السور بيت للحصول على منتجات متجانسة وقابلة للسكب وقابلية الثبات العالية من الكركم

ضرورية لأجل الحصول على إشكال منتشرة أو بشكل كبسولات وان oleoresin الكركم أساسية الاستعمال في الطبخ اللحوم ومنتجات الأسماك واللحوم وفي بعض المنتجات المصنعة مثل المخللات والأسماك المجمدة والبطاطا المجمدة والزبد والاجبان وتستعمل بتركيز من 2-640 جزء بالمليون وانه يمكن مركزات curcumin curcuminoids, كألوان غذائية وان oleoresin الكركم ارخص واقنع لمعظم الاستعمالات وفي بعض المنتجات الغذائية فأن oleoresin الكركم يكون غير مقارن مثل الايس كريم، الجيلاتين وان الكركمين يكون اصفر، بلوري مسحوق عديم النكهة ودرجة الانصهار من 184- 186م وضعيف الذوبان في الماء والايثر البترولي، البنزين ويذوب في الميثانول والايثانول وحامض الخليك الثلجي وفي بروبلين كلايكول وذائب جدا في الأسيتون والايثر الاثيلي وهو يباع بشكل أملاح وبشكل مسحوق ناعم وبشكل حبيبات أو بلورات ملونه والملح لا يذوب في الايثر إلا انه يذوب في الكحول والماء وهناك ثلاث curminoids تسلك طيف وميضي تحت الأشعة فوق البنفسجية وبعد العزل على صفائح الطبقة الرقيقة الذي تكون مقدرة مباشرة بواسطة fluorescence densitometer عندما يشع في طول موجي 350 نانوميتر وطيف الوميضcurcuminoids يظهر تهيج مميز في طول موجي 435 نانوميتر وانبعاث في طول موجي 520 نانوميتر وان تقدير curcuminoids الكلي هو العمل على مستخلص كحولي من رايزوم مسحوق بواسطة قياس الكثافة الضوئية في أقصى امتصاص 420- 425 نانوميتر وفي طريقة Eiscerle فأن 5 ملغم من oleoresin تذاب في 100 مل ويقيم الامتصاص بطول موجي 422 نانوميتر وامتصاصية الطول موجي تضرب في 2000 لتعطي قيمة اللون وفي المقابل فان مساحيق الكركم تتميز بواسطة القيم التحليلية والموضوعية (جدول-23) وهناك ثلاث مكونات هي bisdemethoxycurcumin curcumin, ,demethoxycurcumin الذي تقدر بواسطة عزل كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة الموجودة بنسب 60: 30: 10، 49: 29: 22 و42: 24: 34 ومن الضروري تطوير العمل ويباع الكركم بواسطة اللون والنكهة من الصفات

جدول (23) خواص النوعية لمسحوق الكركم في نوع Allepey

الصفة	الصفة	القيمة
Objective value	محتوى الكركمين %	6,19
	قيم tristimulus (Y%)	27,3
	X	0,4274
	Y	0,3938
	Hue (λ nm)	584
	% chroma %	52,46
Subjective value	اللون	برتقالي - احمر

المهمة والذي تستعمل كبهارات وفي الحقيقة فإن استعماها في بعض الأغذية تعمل كعوامل لون في حين في الأخرى كبهارات وان النكهة للكركم بسبب الكيتونات الذي تشكل 59% من الزيت والمعروفة بشكلar-turmerone و tumerone بنسبة 4: 5، استعمال الكركم يعتمد على المادة الغذائية (جدول- 24) وان الكركم هو المصدر الطبيعي للون الأصفر الذي يملك خواص لاستبدال في استعمال الأصفر التركيبي رقم -5 في بعض التطبيقات الغذائية وفي المستحضرات المختلفة مثل الزيتية والسائلة وان مسحوق الكركم و oleoresins لتلوين الأغذية وان مركبات curcuminoids غير مسموح استعماها وان التشريعات العالمية لاستعمال الكركميين كمضافات لونية للجبن والمعجنات مع مستويات حسب رغبة المستهلك،كل منتجات الكركم ثابتة وتحمي الضوء خلال الخزن وان الظروف القلوية تحطم صبغات الكركم وهناك 3 صبغات رئيسية من الكركم استجابة الى الأس الهيدروجيني القلوي مع زيادة سريعة في سرع من الهدم من الأس الهيدروجيني 7,5 الى أقصى قيمة تصل 10,2 الذي تخفض الأس الهيدروجيني في مدى 10,2-11,95 وان bisdemethoxycurcumin أكثر مقاومة الى الهدم القلوي وان قابلية الحفظ هي 0,4 - 99 4 -1700-2200,1 ساعة للكركميين و demethoxycurcumin و bisdemethoxycurcumin على التوالي وان مجاميع الميثوكسي تزيد من الهدم القلوي لان الصبغات مع مجاميع الميثوكسي، الكركميين و demethoxycurcumin الذي تكون اقل قابلية ثبات من bisdemethoxycurcumin وان المستحضرات التجارية مع أعلى bisdemethoxycurcumin المختارة للمنتجات القلوية ولمنع الهدم القلوي الذي

يتضمن إضافات عوامل التحميض مثل حامض الستريك، gentisic والكاليك، نشأ الذرة الشمعي والعوامل المستحلبة، صبغات الكركم تكون حساسة للضوء إلا أن الألمنيوم يخفض مستوى الهدم وتأثير الألمنيوم في قابلية الثبات الضوئية للكركم في منتجات المخللات للخيار وان قابلية الحفظ تكون حوالي 7,5 ساعة وفي المنتجات بدون ألمنيوم بينما مع 3 أو 6 ملي مولار ألمنيوم المضاف يكون 10,5 أو14 ساعة على التوالي وان طيف الامتصاص بطول موجي 350 -

جدول (24) حالة الكركم واستعمالاته كمضافات غذائية

الحالة	الاستعمال
المسحوق Oleoresin	الكركم مهم بسبب النكهة واللون المخللات الملحية، المايونيز، المشروبات غير الكحولية مثل orangeades,lemonades، الجيلاتين وفي شوي السمك والبطاطا
Curcumin	في بعض المنتجات مثل المشروبات، الجيلاتين، الجبن، الزبد والايس كريم

600 نانوميتر من الكركم في المحلول الملحي المخلل غير المتغير بواسطة تأثير الألمنيوم وان الألمنيوم يعمل بواسطة تكوين معقد الكركم – المعدن الذي يقاوم التحليل الضوئي وان الالمكنيوم 2 أو 4 ملي مولار يمنع التحطيم الحراري للكركم في المحاليل الملحية المخللة المسخنة من 40-90 م وان الألمنيوم يخفض تحليل الكركم بسبب البيروكسيديز وهذه الخواص تطبق في تحضير المخللات المتخمرة الذي تكون محضرة مع1- 5 ملي مولار من الألمنيوم، هدم الكركم بواسطة الضوء يتبع حركية الرتبة الأولى الذي لا تعتمد على تركيز الأوكسجين، الهواء، النتروجين وان ترتيب قابلية الثبات في صبغات curcuminoid في المحلول الملحي حيث يكون الترتيب كركميين أكثر من demethoxycurcumin أكثر من bisdemethoxycurcumin مع قابلية حفظ تتراوح من 8,6- 10,4 ساعة في الهواء الجوي و9 - 12 ساعة في النتروجين الجوي وان قابلية الثبات لها علاقة الى نشاط مضادات الأكسدة الذي تتبع نفس الرتبة وان إضافة المثيل الى الكركمين يخفض السلوك المضاد للأكسدة وان النشاط المائي لا يكون عامل شائع في قابلية ثبات الكركم، وان قابلية الثبات الحراري لكلا من الأشكال

الذائبة في الدهن والذائبة في الماء من الكركم الذي يمكن تطبيقها في المنتجات باستعمال المعاملة الحرارية في مدى من 125- 155م وكلا من تلك المنتجات تملك قابلية ثبات جيدة إلا أن الشكل الذائب في الماء مرتفع قليلا وان صبغة الكركم تكون ثابتة لغاية 12 شهرا بدرجة حرارة عالية من 25 - 32م، الظاهرة المهمة لعمليات تصنيع الكركم هي حساسيتها الى مهاجمة الميكروبات وهذه أساسية لخفض تطبيق المواد الكيماوية الذي تستعمل خلال خزن الكركم وان جرعة أشعة كاما من 1,5- 10 kGy تخفض تكوين البيروكسيدات وهذا المنتج يستعمل لزيادة قابلية الحفظ للزيوت والدهون وان المستخلصات الكحولية والمائية تكون فعالة أكثر من butylated hydroxyl anisole في أنظمة methyl linoleate وان الكركم يستعمل لحفظ المنتجات البحرية في ارتباط مع الإشعاع والتبريد وفي butter cakes الذي تحتوي 13,1% رطوبة و38% دهن خام وان الكركم يظهر نشاط antimycotic مهم فأن الكركم يمنع تطور الأكسدة و cakes لا يظهر خواص تزنخ وان الظاهرة المهمة لاستعمال الكركم لها علاقة الى الغش في المنتجات وان الكركم هو بهارات مغشوشة ويمكن استعمال مستخلص اقل قيمة من صنف Curcuma sp لتحسين اللون وان الكركم هو مكون من مسحوق الكاري الذي يخلط مع على الأقل 3 مواد نباتية أخرى ويستعمل مسحوق الكاري للأغذية الفصلية.

الكرامل كمواد ملونه أغذية: الكرامل تعطي لون وتملك صفات وظيفية مهمة وهي تثبت الأنظمة الغروية وتمنع تكوين الضبابية أو العتمة للبيرة وتملك صفات استحلاب وتساهم في انتشار المواد غير الذائبة في الماء وتعيق تغيرات الطعم وتحفظ المشروبات المعرضة الى الضوء، بعض مستحضرات الكرامل تملك صفات تكوين الرغوة الذي تكون مرغوبة في المنتجات مثل بيرو الجذور وهذه الخواص تعزى الى الاستعمال الواسع للمواد الملونة الكرملية بواسطة صناعة الغذاء وتنظيم محدد فقط بواسطة العمليات التصنيعية الجيدة حيث يسمح باستعمال لون الكرامل في الأغذية بصورة عامة الصنف الأول في الألبان المتخمرة وغير المعاملة بالحرارة بعد التخمر، منتجات الألبان، الفواكه والخضراوات الطازجة المعاملة سطحيا، الحبوب بما فيها الرز، المعكرونيا المجففة والمطبوخة أوليا والمنتجات الشبيهة بها واللحوم والأسماك الطازجة المقطعة، المنتجات البحرية الطازجة، المنتجات البحرية المجمدة المقطعة،

المنتجات البحرية المطبوخة، المنتجات البحرية المجففة، المنتجات البحرية المخمرة أو المجففة أو المدخنة، البيض الطازج، أغذية الأطفال، العصائر والسكريات الأخرى والمركزات السائلة أو الصلبة لعصير الفواكه الذي تضاف حسب رغبة المستهلك أو إضافة 150 ملغم\كغم الى منتجات الألبان المتخمرة أو المعاملة حراريا بعد التمر أو 600 ملغم\كغم من البيرة أو استعمال لون الكرامل من الصنف III و IV وهي منتجات مشابه ومارجرين، الخضراوات المجففة، الأعشاب البحرية، الجوزيات، البذور، منتجات الخضراوات المتخمرة، الإعشاب البحرية والخضراوات المجفف أو المطبوخة، منتجات الشيكولاته أو الكوكا، المنتجات الشبيه الى المعكرونيا وبعض أنواع المعكرونيا المجففة أو المطبوخة أوليا، منتجات الخضراوات والفواكه، المشروبات المائية الحاوية طعوم، القهوة، الشاي وبدائها، والحبوب الساخنة ومشروبات الحبوب والكوكا الذي يمكن استعماها حسب رغبة المستهلك، لون الكرامل يكون ذائب في الماء إلا انه غير ذائب في معظم المذيبات العضوية وتختلف المستحضرات التجارية من 50 - 70% مواد صلبة كلية وتملك الأس هيدروجيني ذو مديات مختلفة وان أكثر من 80% من الكرامل منتج في الولايات المتحدة الأمريكية لتلوين المشروبات الطرية وخاصة بيرة الجذور والكولاس colas وان منتجات الكرملة تثبط الاسمرار الإنزيمي وأقصى تأثير يمكن ملاحظته عندما منتجات الكرملة يتحضر بواسطة التسخين في أس هيدروجيني 4 أو 6 لمدة 90 دقيقة وهذا التأثير لا يمكن ملاحظته في أس هيدروجيني 8 والتأثير المثبط لمنتجات الكرملة لها علاقة مباشرة مع كثافة اللون وانخفاض قوة الكرملة وان المركبات الفعالة المقابلة الى تلك الأوزان الجزيئية المرتفعة من 1000- 3000 وهذه الصفة تستعمل في منع ادكنان بعض الأغذية،4- مثيل اميدازول هو سام عصبي ومنتج في كرامل الامونيا وهناك العديد من الدراسات حول كرامل متطورة من غير الامونيا مع مشابه أو قوة tnctoreal عالية تستعمل اوكسيد المنغنيز لتستحدث 150% زيادة في قوة tinctroreal والذي تقترح بأن اوكسيد المنغنيز يحطم غطاء حبيبات الميلانويدين الذي تدخل الى تكثيف واستبعاد وان كروموفور الكرامل يتمدد وان قوةtinctoreal بالإضافة الى محتوى المادة الملونة وان الكلايسين وكلايسنات الصوديوم الذي تكون محفزات فعالة للحصول على الكرامل ذو قوة tictoreal جيدة وتأثير مرتفع يمكن ملاحظته على الأقل في 2% من الكلايسين أو 5% من كلايسنات الصوديوم وهذه الكرامل المحضرة تسلك طعم ونكهة مختلفة عن كرامل الامونيا،

الاسبارجين، الهستدين والسيرين تستعمل لتحضير الكرامل بالإضافة الى أملاح الصوديوم للأحماض الامينية الثلاثة الذي تكون مشروبات ملونه إلا إنها حامضية وطازجة، الاسبارتام وهو استر L-aspartyl-phenylalanine -1-methyl ester الذي يستعمل كمكونات محلية في الأغذية والمشروبات وهي 200 مرة أكثر حلاوة من السكروز واحد تطبيقاتها هي في تحضير كولا الغذاء حيث أن لون الكرامل المستعملة وان وجود 1400 جزء بالمليون من لون الكرامل يخفض قابلية حفظ الاستر السابق الذي ينتج في 25-37% الذي يخفض قابلية الى الحفظ الى النصف وهذه الظاهرة لا يمكن ملاحظتها في مستويات الكرامل الأقل من 700 جزء بالمليون وان تركيز الصنف الرابع من الكرامل يساعد في تكوين الحبيبات مع مجاميع سلفونيت خارج وشحنات سالبة مرتفعة في السطح وان الاستر ينجذب وان عملية التحليل المائي مهمة لان عامل التحلية يتم هدمه وان العملية مهمة في مشروبات الكولا لان تركيز الكرامل المستعملة في المشروبات الطرية.

الصبغات الحشرية cochineal كمواد ملونه غذائية: ومشتقاته تستخدم اليوم كمواد ملونة غذائية لأنها مهمة في الصفات التكنولوجية مثل قابلية الثبات، الوضوحية وتفاوت اللون المرغوب وتأثيرها على الألوان الطبيعية (جدول - 25) وان كيك الكارمين carmine أكثر كفاءة في الكلفة كمادة ملونة من حامض الكارمينيك والذي تملك طيف لون مشابه الى الأطياف الذي يحصل عليها مع ponceau 4R و amaranth المخلقة وان قابلية ثباتها جيدة تحت تعرض الضوء إلا إنها تنخفض في وجود الحرارة، الأس الهيدروجيني، الهواء والإشعاع بالإضافة الى ذلك فأن صبغات الكارمين مقاومة الى الأكسدة ولا تتأثر بواسطة ثاني اوكسيد الكبريتيت وان الأشكال التجارية تتضمن الشكل المجفف بالرذاذ في المالتودكسترين أو الحالة مع بروبلين كلايكول، الكلسرين، حامض الستريك وسترات الصوديوم، في تطبيقات الصبغات الكارمين لا تحمل علاقة مباشرة مع محتوى حامض الكارمينيك وان اللون يجب أن يكون وسيلة لاختيار وتعليم المستوى من الكمية الى الكارمين وان التشريعات القانونية تسمح باستعمال الكارمينات للسع المعجنات والبيض الطازج ومع مستوى الصبغة وان صبغات cochineal والكارمين مسموح استعمالها كمواد ملونه غذائية في العديد منم دول العالم وبمستوى 0,05- 1%.

- الكشف عن اللون المضاف: هناك مواد ملونة رئيسية مثل الاناتو، الكركم turmeric و coal tar dyes، بعض هذه الصبغات مسموح استعمالها فقط في بعض المنتجات بينما استعمال الاناتو ممنوع الاستعمال في الحليب، استعمالها مسموح في الزبد وللكشف عن الاناتو في دهن الحليب الخلط مع 2% من هيدروكسيد الصوديوم ثم يسكب على ورقة ترشيح حيث تمتص ورقة الترشيح للون والذي يبقى حتى بعد الغسل مع الماء وعند معاملة الصبغة مع قطرة من 40% كلوريد القصديروز وتجفف يتكون لون شاحب يشير الى وجود الاناتو ويمكن الكشف عن الكركم عند استخلاص اللون بواسطة القلوي ومعاملته مع حامض الهيدروكلوريك، اللون البرتقالي الناتج يعامل مع H_3BO_3، اللون الأحمر يشير الى وجود الكركم، coal-tar –dyes يلتصق الى ألياف الحيوان اكثر من اللون الطبيعي، خثرة الحليب النقي بيضاء عندما تستخلص مع الايثر إلا ان الحاوية الصبغة تبقى برتقالية أو صفراء عندما تعامل مع حامض الهيدروكلوريك المركز مما تصبح وردية

جدول (25) خواص صبغات cochineal

حامض الكارمينيك	الكارمين
– ذائب في الماء – ثابت في الضوء والحرارة – برتقالي في أس هيدروجيني اقل انخفاض من 5 وأكثر من 8 يصبح احمر مزرق – يستعمل بمفرده أو في ارتباط مع الصبغات الحمراء الأخرى في كل أنواع الأغذية، المشروبات، الجلي والمواد الحافظة	– غير ذائب في الماء – ثابت بالحرارة والضوء – الأنواع من الطيف يحصل عليها من الأصفر – الأحمر الى تقريبا الأزرق – يستعمل لإنتاج أي نوع من الاغذية الذي تكون حمراء اللون وتحتاج في اللحوم، صلصة الطماطة، في الايس كريم، اليوغارت.

الفصل الخامس

قابلية ثبات اللون في الأغذية

قابلية ثبات اللون في الأغذية

طرق عمليات التصنيع المختلفة لتقليل التغيرات في اللون، النسجة، المذاق والنوعية الغذائية للخضراوات بعد الجني وعمليات التصنيع المعقمة باستعمال درجة حرارة عالية مع وقت قصير وهي الطرق الذي تظهر تأثيرات مهمة في الغذاء وان وقت blanching ناتج عن ارتفاع النوعية الحسية والتغذية ويؤثر على قابلية ثبات اللون والصبغة وخفض تكاليف الطاقة والماء وان المشكلة الرئيسية مع كل طرق عمليات التصنيع لإيجاد ظروف عمليات التصنيع المثلى وهي الوظيفة التركيبية البنائية والفسيولوجية العامة للخضراوات الخام واستعمال مواد مضافة أخرى بديلة للمرونة وعمليات التصنيع وهناك العديد من الجهود البحثية لمنع إزالة اللون من الخضراوات بعد الجني تتضمن الخزن المسيطر عليه والخزن المحور أو المعاملات الكيماوية الأخرى والمعاملة الأولية للخضراوات الخضراء مع الكالسيوم قبل blanching لخفض فقد الكلوروفيل واستبدال المغنيسيوم مع الزنك أو النحاس المستعمل في عمليات تصنيع لثبات التركيب البنائي للكلوروفيل واللون للخضراوات الخضراء وفقد الكاروتينويدات بسبب الأكسدة خلال سحب الماء الذي يمكن منعها بواسطة استعمال غطاء النشا.

أ. **قابلية الثبات الكيماوي للمواد الملونة الغذائية:** الصفات الجزيئية الشائعة الذي ترفع من الامتصاص في المنطقة المرئية- مثل الآصرة المزدوجة المرتبطة وسحب الإلكترون والمكونات الواهبة وفي حالة نشاط رباعي بيرولات وحالة الأكسدة للمعدن المركزي ستكون حرجة بالنسبة للنشاط وقابلية الثبات للمواد الملونة في الغذاء وان الظواهر الأساسية الرئيسية الذي لها علاقة الى عمليات تصنيع الغذاء هي الأكسدة، الأس الهيدروجيني، الهدم الحراري والمواد المضافة.

1. **نشاط الدايينات المرتبطة:** هي أحد الصفات الشائعة للمواد الملونة للغذاء هي التركيب البنائي للدايينات المرطبة والذي تسلك تفاعلات كيماوية مشابه الى الالكلينات مع بعض الاختلافات المهمة وان التركيب البنائي التارجحي للارتباط يجعلها أكثر ثبات واقل درجة حرارة هدرجة من غير المرتبطة وهناك موازنة مقابل تلك العدد من الروابط المزدوجة في النظام المرتبط في

الكاروتينويدات الذي تعطي أكثر فرصة للتفاعل وفي الأنظمة المرتبطة فأن الإضافة الالكتروفيلية مثل HBr ناتجة في إضافة الى الموقع 1، 2 و 1 ، 4.

2. الأكسدة: تعاني الأحماض الدهنية غير المشبعة من الأكسدة عن طريق آلية التفاعل الجذري وان الكاروتينويدات تطرأ عليها تفاعلات متشابه ومما تجعلها تعمل كمضادات أكسدة في المواد الغذائية وقابلية مضادات الأكسدة للكاروتينويدات ناتجة عن قابليتها لتكوين جذور حرة مثبتة تارجحيا وفي بعض الظروف المسيطر عليها فأن الأكسدة الكيماوية للكاروتينويدات ترفع من تكوين الابوكسيد والتناظر لمركب furanoxide وتكوين الابوكسيد يحدث في عصير الفواكه المعلبة ويرفع من فقد اللون وهذا الفقد في اللون يمكن حسابه بواسطة الثبات التارجحي المختزل للمنتج مما يسبب ذلك فقد الأواصر المزدوجة المرتبطة ومشتقات البنزوبيرين لا تتأكسد بسهولة كما في الكاروتينويدات وفي مشتقات رباعي بايرول هيمي فأن ذرة الحديد المركزية يمكن أكسدتها بسهولة نسبيا لتكوين metmyoglobin وهذا التغير من الحديدوزي الى الحديديك يلاحظ بسهولة عندما يتعرض لحم البقر الى الجو لمدة 2-3 أيام بدرجة حرارة الثلاجة وأسرع بدرجة الحرارة العالية وفي حالة الكلوروفيل فأن ذرة المغنيسيوم المركزية، فأنه تحدث أكسدة حلقة البورفرين وتحت ظروف الأكسدة المعتدلة فأن برمنكنات البوتاسيوم والأسيتون ومجموعة الفينايل vinyl في الكلوروفيلa و b تتأكسد الى حامض كاربوكسيليك وتحت ظروف الأكسدة القوية مثل حامض الكروميك هو خليط نتائج البيرول.

3. تأثير الأس الهيدروجيني: الكاروتينويدات لا تكون ذائبة في الماء ولا تحتاج الى تأثيرات الأس الهيدروجيني لتلك المجموعة من المواد الملونة في الغذاء ومن المجاميع الأخرى للمواد الملونة في الغذاء ماعدا تأثيرات الأس الهيدروجيني تكون مهمة وان الجزيئة تحتوي مجاميع قابلة للتأين وان معظم المجاميع هنا تكون anthocyanins الذي تملك تركيب بنائي موجب من flavylium مع ذرة أوكسجين مشحونة، وفي أس هيدروجيني منخفض فأن لون anthocyanins يكون احمر كما أن الأس الهيدروجيني يزيد anthocyanin الذي تطرأ عليه مسلكين ممكنه هما إما نزع البروتون لينتج مركب A quinoidal أو إضافة ماء لتنتج chalcone C وفي حالة A,B و C مقارنة الى flavylium cation

وهناك يظهر فقد في التركيب البنائي التارجحي ويظهر طيف الامتصاص بأن هناك زيادة في الأس الهيدروجيني وهناك انخفاض ملحوظ في قمة الامتصاص في طول موجي 515 نانوميتر مع تغيرات قليلة جدا في موقع القمة وان الأس الهيدروجيني بصورة رئيسية في حالة hyp[ochromic shift وهناك العديد من النظريات المقترحة لمناقشة التغيرات في معامل الانطفاء وان الجزيئات مع كثافة عالية أي معامل انطفاء عالي عند الانتقال $\pi - \pi^*$ والزيادة في الأس الهيدروجيني تجعل الانتقال اقل احتمالية ولمناقشة الاوربيتال p يحصل تغير في دليل الفينولفثالين من عديم اللون في الوسط ألحامضي الى الأحمر في الوسط القلوي المرتبط مع الزيادة في التركيب البنائي التارجحي وتكوين التركيب الأكثر استواء وان التركيب البنائي المستوى يسمح للالكترونات أن تنتشر أكثر فوق الجزيئة وان لون محلول المايكوبين يتأثر بواسطة الأس الهيدروجيني وفي هذه الحالة فأن تأثير الأس الهيدروجيني على بروتين الكلوبين يكون ضروري وفي حالة اللحوم المقددة تحصل دنترة البروتين الناتج في تغيرات في تركيب الهيئة الذي يسمح لرابط NO الثاني أن يرتبط الى الحديد لتكوين dinitroferrohemochrome.

ب. قابلية الثبات الحراري: تختلف قابلية الثبات الحراري مع الاختلافات في مديات درجة الحرارة مثقل التبريد الى حرارة الغرفة لظروف خزن مختلفة مثل 60 - 20 أم لتغطي الغليان، البسترة، التعقيم ومن 180-220م لتغطي الطبخ، الشوي grilling والقلي الزيادة في درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل مما تسبب تغيرات في التفاعلات وهناك موازنة بين المنتجات المستبدلة 1، 4 واستبدال 1، 2، ففي درجة حرارة منخفضة هناك أكثر من استبدال 1، 2 من استبدال 1، 4 وتأثير الحرارة على الكاروتينويدات الى 990 أم مثل القلي فوق الطبخ الناتج في عدد من منتجات الهدم وتكوين منتجات حلقية تتضمن تراكيب حلقية رباعية، وتأثير الحرارة من 20- 80م على anthocyanin المستخلص من مدى من المواد النباتية مثل اللهانه الحمراء العنب الأسود في أوساط منظمة مختلفة ومشروبات كربونية تسخين betanin يسبب تناظر الى isobetanin وخلال عمليات التصنيع الحرارية للبنجر يحصل فقد في الوزن مع إعادة التوليد

جزئيا والية الفقد للتركيب التارجحي للايونات الموجبة المرتبطة وان الاستعادة الجزئية للون يمكن مناقشتها بواسطة التكثيف لمنتجات التحلل المائي وان الأمين في cyclodopa-5-O-glycoside والالديهايد من حامضbetamic وهذا التفاعل مشابه الى المراحل الأولية في تفاعلات الاسمرار لميلارد وان الميلانينات تتكون بواسطة التفاعلات السمراء الإنزيمية منها تفاعلات التكثيف للفينولات المتعددة وبواسطة تفاعلات الاسمرار غير الإنزيمية مثل الكرملة والذي يحصل تكوينها من التأثيرات الحرارية وقابلية الثبات الحراري للكلوروفيل (مغنيسيوم رباعي بيرولات) والمايوكلوبين (حديد رباعي بيرولات) الذي تكون مختلفة بسبب إزالة المغنيسيوم في الكلوروفيل والتغيرات في هيئة البروتين بسبب عمليات التصنيع الحراري وفقد المغنيسيوم من الموقع المركزي في الكلوروفيل ناتج في pheophytin وطيف الامتصاص لها مختلف عن الكلوروفيل في قمة soret بطول موجي 428 نانوميتر الذي يتحرك الى 408 نانوميتر مع زيادة قليلة في معامل الانطفاء وقمة في طول موجي 661 نانوميتر يتحرك الى 667 نانوميتر مع زيادة ملحوظة في معامل الانطفاء، ويمكن إنتاج pheophorbide بواسطة فقد الفايتول من pheophytin وهذا التحويل للكلوروفيل الى pheophytin و pheophorbin في الحالات الاعتيادية لفقد اللون خلال عمليات التصنيع الحرارية للخضراوات الخضراء وتأثير التسخين المايوكلوبين الذي يسبب دنترة البروتين كقياس لقابلية استخلاص الصبغات وكمية الدنترة تزداد مع درجة الحرارة والدنترة الكاملة بدرجة حول 80–85 م وان البروتين المدنتر يحتوي حديد بشكل حديدوز ferrohemochrome أو حالة حديديك ferrihemochrome وان طيف ferrohemochrome مشابه الى oxymyoglobin ويكون ferrihemochrome ذو لون اسمر وان الدنترة للكلويين في المايوكلوبين باستعمال البيريدين واحتمالية الدنترة الحرارية الناتجة في رفع الامتصاص في منطقة soret بطول موجي 419 وخاصة بطول موجي 526 و557، الظهور المرئي للحم المطبوخ لا يعتمد فقط على التأثيرات الحرارية النوعية على الصبغة فحسب، بل على التغيرات الأخرى بسبب الصفات المشابة للحم.

ج. **قابلية الثبات الإشعاعي:** التأثيرات الأولية للإشعاع على المواد الغذائية هي تكوين الجذور الحرة والجزيئات المهيجة بينا التأثيرات الثانوية لتلك الجزيئات هو الهدم للجزيئات المهيجة أوليا والجذور الحرة والايونات وان التركيب البنائي شائع في المواد الملونة الغذائية وهي الدايينات المرتبطة ومن المتوقع أن المواد الملونة الغذائية حساسة الى تأثيرات الإشعاع وان الكاروتين أكثر حساس الى الإشعاع من فيتامين A عند وجودها في الغذاء مع محتوى دهن مرتفع وان بيتا كاروتين في الحالة الجافة يكون ثابت تجاه الإشعاع اللازم الى جرعات 20kGy قبل التثبيط وان التأثيرات الملاحظة للإشعاع على الكاروتينويدات في الفواكه والخضراوات تكون معقدة وتعتمد على تأثيرات الإشعاع على عمليات الإنضاج في الفواكه وليس تأثير مباشر على الكاروتينويد وهناك العديد من التأثيرات الموثقة للإشعاع على anthyocyanin بسبب تأثيرات الإشعاع على الإنضاج من على anthocyanins وهناك تغيرات عكسية في anthocyanins بجرعات إشعاعية منخفضة لان الحديدوز في المايوكلوبين يتأكسد ويمكن تجهيز مسالك إضافية لتفاعل الوجود الأولي للإشعاع الى تلك الذي في حالة الكلوبين من المايوكلوبين وان المحاليل السائلة المخففة يمكن ان تظهر سلسلة معقدة من التفاعلات ويمكن ملاحظة تكوين اللون الوردي في مستخلصات metmyoglobin وتكوين metmyoglobin في مستخلصات oxymyoglobin، ويمكن ملاحظة أيضا اللون الوردي عندما اللحم الطازج يشعع في نتروجين جوي مع تكوين oxymyoglobin من metmyoglobin عن طريق ferrimyoglobin، وهناك العديد من المسالك البديلة المقترحة ففي حالة أشعاع اللحم بدلا من المستخلصات السائلة يحصل هناك تأثير على اللون بسبب تأثير المنتج الثانوي للإشعاع وخاصة أول اوكسيد الكربون، الذي يرتبط الى الحديد.

د. **قابلية الثبات الفيزياوي والإنزيمي:** العوامل المؤثرة هي الضوء، الأس الهيدروجيني، الرطوبة النسبية، التركيب الغازي والأنظمة الإنزيمية المتضمنة في تلف اللون للفاكهة والخضراوات فإن الاثيلين المنتج خلال التقطيع في عمليات التصنيع السبانخ الطازج تعجل من فقد الكلوروفيلات وتلف يتناسب مع مستوى الاثيلين، وفي معظم الحالات فأن امثل جني ومعاملة بعد الجني تكون ضرورية لكل

نوع من الفواكه وان المعرفة العميقة لايض الصبغات مثل سعة التخليق الحيوي الإنزيمات المعقدة والتعرف على ظروف الهدم الضرورية لتقرير يوم الجني الأمثل للفاكهة وان التركيب الكيماوي للصبغات يجعلها من الممكن التعرف عليها في كل أنواع الفواكه للتميز بين الأصناف على أساس الصبغة ونسب وغياب أو وجود الصبغات.

تأثير قابلية الثبات

أولا: الخضراوات: اللون وانتظام اللون هي من الوحدات الرئيسية الذي تعرف النوعية المباشرة للخضراوات ويؤخذ اللون كدليل للطزاجة والطراوة وقابلية الاستساغة والقيمة الغذائية ويؤثر اللون على القبولية واللذة للغذاء والتداخل مع التحكيم للحلاوة، المرارة، الملوحة وكثافة الطعم، لون الخضراوات بسبب أربع مجاميع رئيسية للصبغات الطبيعية مثل الكلوروفيل، الكاروتينويدات، الفلافونويدات والفلافونات والفلافونولات و anthocyanins كبيتا سيانينات وبيتا betalains زانثينات ومن أصناف ولون الصبغات الطبيعية في الخضراوات هي:

أولا: الخضراوات: اللون وانتظام اللون هي من الوحدات الرئيسية الذي تعرف النوعية المباشرة للخضراوات ويؤخذ اللون كدليل للطزاجة والطراوة وقابلية الاستساغة والقيمة الغذائية ويؤثر اللون على القبولية واللذة للغذاء والتداخل مع التحكيم للحلاوة، المرارة، الملوحة وكثافة الطعم، لون الخضراوات بسبب أربع مجاميع رئيسية للصبغات الطبيعية كالكلوروفيل، الكاروتينويدات، الفلافونويدات (والفلافونات والفلافونولات) و anthocyanins (بيتا سيانينات وبيتا betalains زانثينات) ومن أصناف ولون الصبغات الطبيعية في الخضراوات هي:

1. الكلوروفيلات: عدد المركبات اقل من 50 واللون اخضر، احمر زيتوني وتكون حساسة الى الحرارة، الحامض، القلوي والايونات الموجبة المعدنية، الكلوروفيل هو صبغة خضراء اللون لأنها تمتص بقوة في المناطق الحمراء والزرقاء من الطيف المرئي وان الكلوروفيل a و b تختلف في التركيب البنائي فقط بواسطة وجود مجموعة مثيل والدهايد على التوالي وفي الموقع الثالث فأن الكلوروفيل a^- و b^-

تكـون 10-epichlorophylls لـه علاقـة الى الصـبغات الأم بواسـطة تحويـل مجموعـةcarbomethoxy C-10 ($-CO_2CH_3$) والـذي تملـك نفـس طيـف الامتصـاص كمـا في الصـبغات الأم وان الكلوروفيـل ⁻a و ⁻b يحصـل هـا تحويـل داخلي مع الصبغات الأم وان العملية الذي تحـدث ببطء بدرجـة حـرارة الغرفـة إلا إنها تكون سريعة في الأنسـجة النباتيـة المسخنة وان 10% مـن الكلوروفيـل ⁻a و ⁻b تتحول الى لكلوروفيل a و b على التوالي وعندما الأوراق تحجز في ماء مغلي لمدة 5 دقيقة فأن المواد النباتية المجمدة بعمق مثل السبانخ الذي يحتـوي كميـات معنوية من لكلوروفيل ⁻a و ⁻b وتحويل الكلوروفيـل a و b الى المنـاظرات يحـدث بسرعة في المـذيبات العضـوية وان المتمـاثلين هـي مـن صـنع الانسـانartefacts منتجة في المستخلصـات النباتيـة المتداولـة وان الكلوروفيـل ⁻a و ⁻b هـو مكـون طبيعي في الأغشية المركبة ضوئيا ويكـون الكلوروفيـل غـير ثابـت في الخضـراوات الخضراء المعرضة الى العمليات التصنيعية المختلفـة وظـروف الخـزن المختلفـة وان الكلوروفيل تطرأ عليـه أنـواع مميـزة مـن الهـدم الـذي يـؤدي الى تغيرات أو فقـد في اللـون الـذي يكـون مشـابه الى تلـك الـتغيرات الـتي تحـدث في النباتـات وان اللـون الأخضر للكلوروفيل هو دليل للطـراوة الغذائيـة ويـتم نقـل أو هـدم الكلوروفيـل بسرعة مما يكون سلسلة من المشتقات مع لون اخضر أو احمر زيتوني أو يهدم الى مواد عديمة اللون ومضيه أو غير ومضيه بسـبب تقشـير الكلوروفيـل أو التقشـير الضوئي، منتجات الهـدم ذات اللـون الأحمـر الزيتـوني للكلوروفيـل وهـي مشـتقات خاليــة مــن المغنيســيوم وتتضــمن pheophytins ,pheophorbides pyropheophytins,pyropheophorbides،، النـواتج الهدميـة الخضـراء تنـــــــتج chlorophyllides,pyrochlorophylls, allomerized chlorophylls أو مـا يطلـق عليـه hydroxychlorophylls الـذي لا تـزال تحتـوي مغنيسـيوم ومعقـدات معدنيـة الـذي يمكـن اسـتبدال ايـون المغنيسـيوم بواسطة الزنك، النحاسوز وهناك العديد من الآليات المقترحة لهدم الكلوروفيلات في الخضراوات الخضراء وتكون خضراء والكاروتينويدات تكون صفراء، برتقالية أو حمراء بينمـا الانثوسـيانات تكـون زرقـاء أو حمـراء بينمـا الفلافونويـدات الأخـرى تكون عديمة اللون أو صفراء والبيتالاينات تكون حمراء أو صفراء.

مشتقات الكلوروفيلات

- ✓ الكلوروفيلات ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق.
- ✓ الهيدروكسي كلوروفيلات وهي ذات تركيب بنائي هو البورفرين وهي ذات لون اخضر وازرق، وان الهيدروكسي كلوروفيل هو كلوروفيل متأكسد مع مجموعة هيدرو كسيل تقع في ذرة الكربون -10 وان الهيدروكسيل كلوروفيلات من الكلوروفيل من نوع a,b تسمى كلوروفيلات من نوع a-1,b-1 على التوالي وان أكسدة الكلوروفيلات الى هيدروكسي كلوروفيلات تتم أكسدتها عن طريق آلية الجذر الحر وان الأكسدة الذاتية تثبط بواسطة الكاروتينويدات وان الهيدروكسي كلوروفيلات تتكون خلال الغليان للأنسجة النباتية الخضراء ويمكن الكشف عنها في السبانغ معاد سحب الماء معا مع هيدروكسيفيوفايتينات.
- ✓ البيروكلوروفيلات pyrochlorophylls ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق.
- ✓ كلوروفيلايدات chlorophyllides ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق وهي مجموعة استر فايتيل من الكلوروفيل الذي تتحلل بسهولة لتعطي كلوروفيليد وفايتول يحدث تحلل مائي تحت تأثير ظروف معتدلة من إما بواسطة الحامض أو القلوي وبصورة عامة فإنها تحضر إنزيميا وتحللها مائيا يحفز بواسطة إنزيم chlorophyllase الذي يظهر وجودة في كل الأنسجة النباتية الخضراء وهو مرتفع في الأوراق ومنخفض في الجذور والبذور ويختلف نشاطها مع الأجناس النباتية فأن بنجر السكر Beta vulgaris أو cocklebur الشائع جنس xanthium pennsylvanicum كمثال للأجناس النباتية الذي تكون أوراقها غنية في تلك المركبات وهي بروتينات سكرية غشائية في غشاء الثالاكويد والذي لا تتداخل اعتياديا مع الكلوروفيل وان الكلوروفيل يقع في نفس الغشاء وفي الأنسجة النباتية فأن الكلوروفيل يحفظ في هيئة ثابتة وغير فعالة بواسطة اللبيدات في غشاء الثالاكويد ولأجل نشاط chlorophyllase ولا يحدث تكوين تلك المركبات في الأنسجة النباتية الطازجة ما لم ينشط الإنزيم من خلال الحرارة، تلف ميكانيكي أو أنواع أخرى من العوامل

المساعدة وان درجة الحرارة المثلى للتنشيط الحراري للإنـزيم chlorophyllase في الخضراوات من 60- 82 م بينما التقشير بدرجة 100م يثبط الإنزيم.

- ✓ بايرورو كلوروفيلايدات pyrorochlorophyllides ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اخضر ازرق.
- ✓ الفيوفايتينـات pheophytins ونـوع التركيـب البنـائي هـو بورفيرينـات وتكـون ذات لـون اسمـر زيتـوني وهـي مشـتقات مـن الكلـوروفيلات ومـن معظـم الآليـات الشائعة لهدم الكلوروفيل a و b تظهر نقل محفز بالحامض الى pheophytin a, b على التوالي الذي تكون مصاحبة بواسطة الأحماض الخلوية وفي هـذه العمليـة فـأن ايون المغنيسيوم في الكلوروفيلات يلعب دوراً مهماً مع ذرتـي الهيـدروجين الـذي تـؤدي الى pheophytins وإزالـة ايـون المغنيسـيوم المركـزي في الكلـوروفيلات بواسـطة إنـزيم المغنيسـيوم dechelatase، المـواد النباتيـة تغـير اللـون مـن الأخضـر– الأزرق الى الأخضـر الزيتـوني بواسـطة تحويـل الكلـوروفيلات a,b الى pheophytins وهـذا الـتغير ينتشـر علـى نطـاق واسـع في الخضـراوات الخضـراء ويحدث خلال العمليات التصنيعية الحرارية، الحفظ الانجماد والخزن.
- ✓ بيروفيوفايتينات pyropheophytins ونوع التركيـب البنـائي هـو بورفيرينـات وتكون ذات لون اسمر زيتوني.
- ✓ هيدروكسي فيوفيتينات hydroxyl pheophytins ونوع التركيب البنائي هـو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني.
- ✓ فيوفوربيدات pheophorbides ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينـات وتكـون ذات لون اسمر زيتـوني وهـي كلـوروفيلات محللـة بـدون فـايتول الـذي تفقـد ايـون المغنيسيوم وهي إما أن تنـتج بواسـطة التحليـل الإنزيمي لمركـب pheophytins وهي العملية الذي تحفز بواسطة إنزيم chlorophyllase أو بواسطة إزالة ايـون المغنيسـيوم المركـزي مـن chlorophyllides الـذي تنجـز بواسـطة الأحمـاض الخلوية أو إنزيم مغنيسيوم dechelatase وهي صبغات دائمة في الخيـار المملـح الـذي تقـترح بـأن معاملـة التملـيح تـدعم نشـاط chlorophyllase وان الأس الهيـدروجيني للوسـط المملـح يـدعم اسـتبدال المغنيسـيوم في الكلـوروفيلات و chlorophylides بواسطة الهيدروجين

✓ بيرو فيوفوربيدات pyropheophorbides ونوع التركيب البنائي هو بورفيرينات وتكون ذات لون اسمر زيتوني.

مشتقات pyro من الكلوروفيلات أو مشتقاتها: مثل pyropheophorbides pyrochlorophylls, pyrochlorophyllides, pyropheophytins, هي مركبات الذي تفتقد مجموعة carbomethoxy ($-CO_2CH_3$) في C-10 من حلقة isocyclic وتستبدل المجموعة بواسطة الهيدروجين وان pyropheophytins من نوع a,b الموجودة في عصير السبانخ المسخن بين 116 و126م والذي تشير بأنها مشتقات كلوروفيل رئيسية مسؤوله عن اللون الأخضر الزيتوني في الخضراوات المعلبة.

✓ المعقدات المعدنية **metallocomplexes**: تكوين المعقدات المعدنية الخضراء من مشتقات الكلوروفيل خلال العمليات التصنيعية الحرارية تعرف regreening وهي طريقة لحفظ اللون للخضراوات الخضراء المعلبة وان معادن الزنك والنحاس ترتبط الى حلقة البور فيرين للكلوروفيل وان مشتقات الكلوروفيل المعدني تكون أصرة متماسكة الذي تكون أكثر مقاومة للحامض وتسخين من معقدات الكلوروفيل المغنيسيوم الذي تحدث طبيعيا.

تبيض الكلوروفيل **chlorophyll bleaching**: تبيض الكلوروفيل هي عملية تاكسدية تتضمن الإنزيات مثل peroxidases, lipoxygenase, oxidases والذي تكون عوامل تحفيز تاكسدية رئيسية في الخضراوات وان تبيض الكلوروفيلات خلال بيروكسدة الدهن تكون شائعة جدا في الخضراوات الذي لا تتعرض الى الحرارة وان العملية للبيروكسدة تبدأ مع الأحماض الدهنيه في الأغشية النباتية بعد التعرض النبات الى الشد البيئي مثل الانجماد أو خلال الشيخوخة والذي تحدث بفعل الهدم الإنزيي المنتخب للفوسفولبيدات بواسطة الفوسفولايبيزات وهذه الإنزيات تزداد مع الشيخوخة والأحماض الدهنيه الحرة الناتجة تتأكسد بواسطة lipoxygenase لتكوين الهيدروبيروكسيدات الذي تتفاعل مع المكونات الأخرى مثل الفيتامينات، الكاروتينويدات وتحفيز الهدم التاكسدي للكلوروفيل الى مركبات عديمة اللون.

التبييض الضوئي photobleaching: الكلوروفيلات تكون حساسة الى الضوء وان التبييض الضوئي هو أحد الآليات المهمة هدم الكلوروفيل وهي توجد في أغشية الثالاكويد والمحمية ضوئيا بواسطة الكاروتينويدات الطبيعية وان محاليل الكلوروفيل هي تبيض غير عكسي بواسطة الضوء بوجود الأوكسجين الذي تشير بأن التبييض الضوئي للكلوروفيل هي هدم تأكسدي ضوئي للكلوروفيل وان التبييض لأوراق الخيار من جنس Cucumis sativus الذي تحدث فقط في الضوء في درجة الحرارة المثلى حول 1– 5م وهي عملية هدم التاكسدي الضوئي للكلوروفيل وان دور أجناس الأوكسجين الفعالة مثل الأوكسجين المنفرد $^{1}O_2$ والسوبر اوكسيد O_2^- في هدم الكلوروفيل خلال الأكسدة.

2. **الكاروتينويدات**: وعددها أكثر من 300 مركب ولونها اصفر، برتقالي، احمر وتكون حساسة للضوء، الأوكسجين، الحامض، الحرارة، الأس الهيدروجيني، الحرارة، الضوء والايونات المعدنية الموجبة، ومن أهم أصناف الكاروتينويدات هي:

- الليوكوبين lycopene كاروتين غير حلقي ذو لون احمر.
- بيتا كاروتين وهو كاروتين ثنائي الحلقة وهو ذو لون برتقالي.
- الفا كاروتين وهو كاروتين ثنائي الحلقة وذات لون اصفر.
- بيتا كربتوزانثين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون برتقالي.
- الفا كربتوزانثين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون اصفر – برتقالي.
- زيازانثين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذو لون اصفر– برتقالي.
- الليوتين وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة ذو لون اصفر.
- فايولاكسانثين violaxanthin وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة وذات لون اصفر
- الكابسانثين capsanthin وهو زانثوفيل ثنائي الحلقة ذو لون احمر

الأكسدة: السبب الرئيسي لفقد الكاروتينويدات في الخضراوات بسبب الأكسدة لتركيب الكاروتينويد غير المشبع وتحدث الأكسدة بواسطة:

1. **الأكسدة الذاتية:** الذي تكون تلقائية وتفاعل السلسلة للجذر الحر في وجود الأوكسجين، خلال الأكسدة الذاتية للكاروتينويدات تتكون جذور الكيل بيروكسيل alkylperoxyl وان هذه الجذور تهاجم بصورة رئيسية الأواصر المزدوجة الذي تنتج في تكوين الابوكسييدات وان الأكسدة الذاتية للبيتا كاروتين تمت دراستها في أنظمة النماذج وان المنتجات المتكونة خلال الأكسدة الذاتية للبيتا كاروتين تكون متماثلة بشكل خليط من المنتجات مع مجاميع ابوكسي epoxy، هيدروكسي كربونيل وان سرعة الأكسدة الذاتية بين الكاروتينويدات وجذور الأوكسجين الحرة اعتمادا على التركيب البنائي للكاروتينويدات، توافر الأوكسجين، درجة الحرارة، الضوء، نشاط الماء، الأس الهيدروجيني وجود المواد المؤكسدة الأولية ومضادات الأكسدة وعند وجود واحد أو أكثر من حلقات بيتا ionine في التركيب البنائي الكاروتينويد فأن سرعة الأكسدة الذاتية تعتمد على قطبيتها وان معظم الكاروتينويدات غير القطبية مثل بيتا كاروتين تكون حساسة أكثر الى الأكسدة الذاتية من الزانثوفيلات القطبية مثل الزيازانثين الحاوي اثنان من مجاميع الهيدروكسيل وان سرعة إزالة لون بيتا يتأثر بواسطة كمية الأوكسجين الممتصة وفي منتجات الطماطة المجففة فأن نشاط الماء المنخفض جدا يؤدي الى تظليل وإزالة اللون بسبب الأكسدة الذاتية اللايكوبين، وجود الماء والنشاط المائي المرتفع يثبط إزالة اللون لبيتا كاروتين وان زيادة درجة الحرارة تزيد من أكسدة بيتا كاروتين وبدرجة حرارة فوق 170م فأن بيتا كاروتين يتجزأ الى هيدرو كربونات قصيرة السلسلة القطبية أو الهيدروكربونات عطرية طويلة سلسلة مثل ionene، المركبات الطيارة الذي تتكون بواسطة الهدم الحراري لبيتا كاروتين بدرجة 190-220م في وجود الهواء تكون -5,6 epoxy-β-ionon و β–ionone، dihydroactinidiolide ووجود مولدات الأكسدة أو مضادات الأكسدة يؤثر على سرعة الأكسدة الذاتية وإضافة اللبيدات غير المشبعة ناتج في زيادة هدم بيتا كاروتين، تأثيرات المولدات التاكسدية للبيدات يزداد مع درجة عدم الإشباع.
2. **الأكسدة الضوئية:** المنتجة بواسطة الأوكسجين في وجود الضوء، الكاروتينويدات حساسة الى الضوء ويمكن أن تتعرض الى الأكسدة الضوئية بوجود الأوكسجين وان سرعة إزالة اللون من الكاروتينويدات بواسطة الأكسدة الضوئية الذي تزداد

بواسطة وجود المحسسات وكثافة الإضاءة بواسطة الضوء اللامع وفي حالة الأكسدة المتحسسة ضوئيا فأن المحسسات المهيجة تنتج أوكسجين منفرد $^1O_2$ الذي ينطفئ بواسطة الكاروتينويدات وبصورة عامة فان الأكسدة الضوئية لبيتا كاروتين ناتج في تكوين المناظر cis لبيتا كاروتين وابوكسيداته - 5,6 و -5,8 والمنتجات الأخرى المتكونة هي مركبات مثل aurochrome و mutatochrome.

3. الأكسدة المزدوجة coupled: وهي الأكسدة التي تحدث في الأنظمة الحاوية لبيدات وان تفاعلات الأكسدة ناتجة في تبيض الكاروتين الذي يؤدي الى تكوين منتجات نهائية عديمة اللون وان تبيض اللون يؤدي الى تغيرات أو فقد اللون، وان قسوة الأكسدة تعتمد على التركيب البنائي للكاروتينويدات والظروف البيئية والمركبات المتكونة اعتمادا على عملية الأكسدة والتركيب البنائي للكاروتينويدات، الكاروتينويدات يطرأ عليها أكسدة مزدوجة في نظام اللبيدات الذي تؤدي الى تبيض الكاروتينويد وان دور بيتا كاروتين في أكسدة اللبيدات مهم في دراسة الزيوت والدهون وان الأكسدة المزدوجة لبيتا كاروتين مرتبطة مع نظام linoleate–lipoxygenase في الخضراوات الخام الذي تتعرض الى الشد وان الأكسدة الأولية للدهن والتكوين للبيروكسيدات في وجود lipoxygenase وان البيروكسيدات المتكونة تؤكسد الكاروتينويدات بواسطة التفاعلات المزدوجة أو الثانوية الذي تنتج في إزالة اللون من الكاروتينويدات وان lipoxygenases الموجود في محاصيل الخضراوات المختلفة مثل البازلاء peas، الجت alfalfa، الفول الأخضر broad bean، فول الصويا soybean، البطاطا، القرنبيط cauliflowers، الذرة الصفراء والباذنجان، الجزر لا يحتوي إنزيم lipoxygenase ومن العوامل الأخرى الذي تؤثر على سرعة الأكسدة المزدوجة للكاروتينويدات في أنظمة اللبيدات هي توافر الأوكسجين ووجود مضادات الأكسدة مثل المركبات الفينولية والمنتجات الذي يحصل عليها بواسطة أكسدة بيتا كاروتين في نظام linoleate–lipoxygenase تكون متماثلة بشكل مناظرات cis من بيتا كاروتين، بيتا كاروتين ابوكسيد أحادي، aurochrome والعديد من الكيتونات المرتبطة وتكوين المنتجات الطيارة خلال التبييض مع

إنزيم lipoxygenase لفول الصويا هي بيتا – اونيون، ابوكسي بيتا اونيون و dihydroactinidiolide.

متناظرات cis – trans: كما وصف أعلاه فأن المتناظرات cis المختلفة يحصل تكوينها خلال الأكسدة وان التركيب البنائي للكاروتينويدات يجعلها تعطي متناظرات cis – trans حول الآصرة المزدوجة وفي الخضراوات فأن الكاروتينويدات تكون متناظرات بشكل all-trans الأكثر شيوعا الذي يمكن تحويلها الى متناظرات cis وان متناظرات cis –trans ناتجة في تغيرات اللون في منتجات الخضراوات بشكل صفات طيفية من cis-carotenoids الذي تختلف عن كاروتينويدات من نوع trans المقابلة، إن إقحام آصرة مزدوجة من نوع cis واحد واو أكثر في نظام مرتبط من نوع all–trans ناتج في تحويل hypochromic shift من 2- 5 نانوميتر وهذه الصفات الطيفية المختلفة للمتناظرات cis ناتج في ارتفاع خفوت لانخفاض الكثافة مقارنة الى المتناظرات trans المقابلة وفي منتجات الطماطة منزوعة الماء فأن تغيرات اللون يمكن ملاحظتها مع انخفاض في كثافة اللون الأحمر كنتيجة للتناظر cis من اللايكوبين من نوع all-trans الحوامض، الضوء والتسخين تحفز التناظر للكاروتينويدات من نوع all–trans الى الإشكال cis وبصورة عامة فأن سرعة التناظر cis تزداد مع زيادة درجة الحرارة، التسخين للطماطة بدرجة 100م لمدة 30 دقيقة ناتج في تحويل بيتا كاروتين من نوع all-trans والليوتين من نوع all-trans الى الهيئات من نوع cis، التناظر يعتمد على التركيب البنائي للكاروتينويدات وخاصة epoxycarotenoids الحساسة الى المعاملة الحرارية بينما الليوتين الكاروتينات مثل الليوكوبين، ألفا وبيتا كاروتين يبقى حية بالمعاملات الحرارية ويتأثر تركيز ألفا كاروتين من نوع all-trans وبيتا كاروتين من نوع all-trans قليلا بدرجة 50م أو 100م لمدة 30 دقيقة وبدرجة 150 م فأن بيتا كارونين من نوع all-trans تكون متناظرة وان 9-cis و 13-cis-β-carotene تكون المتناظرات الرئيسية المتكونة وان التناظر للالفا كاروتين من نوع all-trans ناتجة في تكوين 13-cis-β=carotene في التراكيز الأعلى وان الإضاءة تحفز تناظر الكاروتينويدات خلال التناظر الضوئي المحفز بالايودين للالفا وبيتا كاروتين من نوع all-trans، فأن المناظرات الرئيسية هي 13,14-di–cis–carotene ومركبات الكلوروفيل المختلفة تعمل كمتحسسات

ضوئية عندما تضاف الى محلول بيتا كاروتين وان التناظر الضوئي يحدث عندما تتعرض الى الضوء.

3. الانثوسيانانات: وعدد المركبات اقل من 50 ولونها احمر وازرق وتكون حساسة الى الأس الهيدروجيني، الحرارة، الضوء والايونات المعدنية الموجبة ومن أصنافها هي:

- كلايكوسيدات السيانيديدينات cyanidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وهي ذات لون برتقالي – احمر.
- كلايكوسيدات الدلفينيديدينات Delphinidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وذات لون ازرق – احمر.
- كلايكوسيدات المالفيدينات malvidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وذات لون ازرق – احمر.
- كلايكوسيدات البيلاركونيديدينات pelargonidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وهي ذات لون برتقالي.
- كلايكوسيدات البيونيديدينات peonidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وهي ذات لون برتقالي – احمر.
- كلايكوسيدات البيتيونيديدينات petunidins glycosides وهي انثوسيانديدينات وذات لون ازرق – احمر.

وهي غير ثابتة وتتأثر بواسطة الأس الهيدروجيني، الضوء، الحرارة، الأوكسجين، الحديد، النحاس، القصدير أو حامض الاسكوربيك ويتغير اللون استجابة الى الأس الهيدروجيني وفي أس هيدروجيني قريب من 3 أو اقل فأن يوجد flavylium الشاحب أو الأحمر ذو الشحنة الموجبة وفي أس هيدروجيني مرتفع فأنة تحدث المنافسة الحركية والديناميكية الحرارية بين تفاعلات إضافة الماء من flavylium موجبة الشحنة وتفاعل نقل البروتون الذي لها علاقة الى مجاميع الهيدروكسيل الحامضية بينما التفاعل الأول يعطي قواعد كاذبة كربونيلية عديمة اللون وان التفاعلات الأخيرة ترتفع الأكثر من قواعد quinoidal البنفسجية وان الانثوسيانينات تكون غير ثابتة وتتحطم بسهولة خلال عمليات التصنيع وهذه

المجموعة من المركبات تستعمل على نطاق واسع المستعملة كمواد ملونه طبيعية في الغذاء وهي في بعض الحالات تتأثر بواسطة الصبغات المشتركة الذي تحمي أو تستعيد الثبات وتمتص بقوة الذي تكون الانثوسيانينات وفي الصبغات المشتركة القصيرة تتضمن التصاق الانثوسيانينات مع الجزيئات مثل الفلافونويدات، الأحماض الاليفاتية أو الفينولية البسيطة، وكلا من الجزيئات الداخلية والخارجية والتفكك الذاتي المتضمنة في آليات الصبغات المشتركة وان الجزر الشاحب، الفجل الأحمر واللهانة الحمراء الغنية في الانثوسيانينات المؤسيلة والذي تلعب دوراً مهماً في قابلية ثبات اللون بسبب الصبغات المشتركة الخلوية الخارجية والخضراوات الاخري الغنية في الفلافونولات ومع نسبة الصبغات الى الصبغات المشتركة الذي تملك ألوان أكثر ثبات.

4. الفلافونويدات flavonoids: ويكون عدد أكثر من 600 وذات لون اصفر وتكون حساسة الى الأوكسجين، الحامض القوي والحرارة وهي فلافونات ذات لون اصفر أو فلافونولات ذات لون اصفر.
5. البيتالاينات betalains: ويكون عدد اقل من 100 وذات لون احمر واصفر وتكون حساسة الى الحرارة، القلوي، الايونات المعدنية الموجبة وهي بيتا سيانينات ذو لون احمر وبيتا زانثينات ذات لون اصفر، لون البيتالاينات اقل حساسية الى تغيرات الأس الهيدروجيني من لون الانثوسيانانات وان قيمة تفاوت اللون hue البيتالاينات الذي يكون ثابت في المحاليل مع الأس الهيدروجيني بين 3,5 و7 وان إضافة القلوي يحطم اللون الأحمر وتسبب هدم الصبغات وان البيتالاينات الحمراء والصفراء متغيرة حراريا مع أو بدون وجود الأوكسجين ويتم هدمها بواسطة الضوء وعندما يغلى البنجر فأن البيتالاينات ترشح الى ماء الطبخ، التسخين يعيد الصبغة السمراء وان المعادن موجبة الشحنة مثل الحديد، النحاس، القصدير والألمنيوم تعجل من الهدم وان نشاط الماء يؤثر على قابلية ثبات البيتالاينات أو لون المنتجات الحاوية تلك الصبغات وبصورة عامة فأن أعظم قابلية ثبات البيتالاينات في الغذاء أو الموجودة مع تعرض الى الضوء، الأوكسجين والرطوبة العالية.

تأثيرات ما بعد الحصاد على لون الخضراوات: فترة ما بعد الحصاد هي الفترة الذي يتم حصاد الخضراوات حتى استهلاكها أو حفظها وتباع الخضراوات أو تغسل، تخزن، تقشر، تقطع، تقطع شرائح أو تصنع جزئيا والطريقة الأخيرة تسمى الحد الأدنى من عمليات التصنيع وأنسجة الخضراوات تكون حية حيث تحصل العديد من التفاعلات الكيماوية بسبب فسلجة الأنسجة النباتية، النمو الميكروبي والتلف الفيزياوي الذي يحدث خلال التداول بعد الحصاد وعمليات التصنيع، درجة الحرارة هي العامل المؤثر على هدم الصبغات كما أن الجو والاثيلين له تأثير أيضا وان سرعة التفاعلات الكيموحيوية أو الحيوية تزيد من 2- 3 إضعاف لكل 10م ارتفاع في درجة الحرارة ولعدد من الخضراوات فأن قابلية الحفظ أفضل بواسطة خفض درجة حرارة الخزن الى فوق درجة الانجماد في الأنسجة، درجة حرارة الخزن المنخفضة تخفض التنفس وسرعة التبخر وتثبط فقد النوعية الإنزيمية وتخفض إنتاج والاثيلين وتأخير الإنضاج والشيخوخة senescence، الخزن الجوي المحور أو المسيطر عليه يخفض الأوكسجين ويرفع ثاني اوكسيد الكربون مقارنة الى الهواء الاعتيادي وهذه التقنيات لها تأثيرات متشابه مع خفض درجة الحرارة وان الجو المسيطر عليه يطبق الى الخضراوات في نظام الجريان المستمر وان الجو المحور يستطيع تحوير البيئة حول الخضراوات من خلال غازات التنفس في العبوات البلاستيكية شبه النفاذة والأكياس أو الصواني المغلفة أو بواسطة حقن الغازات، الهرمونات النباتية الطبيعية موجود في كل الفواكه والخضراوات الذي تكون مركبات طيارة منتجة في تراكيز منخفضة بواسطة الخضراوات لتحفيز وتنظيم العديد من الظواهر لتطور النبات والذي يسمى هرمون الإنضاج لأنها تعجل من تطور بعد الإنضاج والإنضاج وهي تتضمن في العديد من الظواهر لتنظيم النمو والشيخوخة وهي منتجة في زيادة السرعة خلال الطفرة وكذلك في استجابة الى الأضرار الفيزياوية، حدوث المرض، زيادة درجة الحرارة لغاية 30م وشد الماء، أنسجة الخضراوات مكونة من خلايا بارنكيمية parenchyma وفي الخلايا الحقيقية هناك العديد من الإنزيمات الهدمية الذي تكون إما غير فعالة أو منفصلة عن مواد اساسية الواقعة في الحويصلات وان الحد الأدنى لعمليات التصنيع والأنواع الأخرى من الاضطراب للخلايا الذي تسمح للإنزيمات الى الخلط مع مواد الأساس والذي تعجل تحطيم ونوعية الانخفاض وعند تمزق الخلايا فأن النبات يستجيب الى الأذى وان تنشيط الإنزيم ناتج في زيادة التنفس وان تخليق الاثيلين والتغيرات الإنزيمية الاخرى وان ارتفاع

نتائج التنفس في فقد أسرع من المكونات الغذائية وتعجيل بدء المرض في الشيخوخة وتحديد قابلية الحفظ.

1. الكلوروفيلات: فقد اللون الأخضر هو أحد الإعراض الرئيسية للشيخوخة بعد الحصاد في الخضراوات الخضراء بعد الجني وفي الأوراق الشيخة فأن اللون يتغير من الأخضر الى الأصفر، الأحمر وأخيرا الأسمر بسبب هدم الكلوروفيلات الى عديمة اللون أو منتجات مبيضة الشيخوخة هي أفضل وصف للسيطرة على تغيرات التلف الذي تكون حالات طبيعية للموت في الخلايا، الأنسجة، الأعضاء أو العضيات، العوامل البيئية تسبب الشيخوخة أو تزيدها بل لا تنظمها وان شيخوخة النبات هي أعراض متعددة العوامل الذي فيها ايض الجذر الحر يلعب دوراً مهماً وان التغيرات في اللون في الخضراوات الخضراء يمثل الفقد النوعي بسبب اللون الطازج أو المنتج المصنع وتحصل تغيرات لونية سطحية في البروكلي والخيار المخزون لمدة 12 يوما في الظروف الاعتيادية أي أن البروكلي بدرجة 4 م والخيار بدرجة 10م أو بدرجة حرارة 21م في حالة broccoli و37م في حالة الخيار وان سرعة هدم الكلوروفيل يختلف من جنس الى جنس آخر وان الشيخوخة الطبيعية في الأوراق لنبات watercress من جنس Rorippa nasturtium–aquaticum، ونبات parsley من جنس Petroselium crispum و sage من جنس Salvia officinalis أوراق watercress تسلك سرعة شيخوخة سريعة جدا حوالي 60% من محتوى الكلوروفيل المفقود خلال 2 يوم وان سرعة الشيخوخة اقل كلوروفيل فقد خلال اليوم الأول و70% فقد بعد 5 أيام من الخزن بدرجة 22م وسرعة الشيخوخة لأوراق sage اقل انخفاض من الأجناس الأخرى، يزداد هدم الكلوروفيل مع زيادة أكسدة اللبيدات، النباتات مع آلية دفاع تأكسدي عالي أفضل حجز كلوروفيل من النباتات مع آلية دفاع منخفضة بوجود البيروكسيد وان الفقد بعد\ الحصاد أو الجني للون الأخضر أو هدم الكلوروفيل في اللهانه، والسبانخ، أن الأنسجة تحت بعض ظروف الخزن فأن الأنسجة تملك سعة لتخليق الكلوروفيل في بداية الفترة ما بعد الجني يليه الفقد أخيرا، الشيخوخة الطبيعية لأوراق parsley عندما الكلوروفيل a ينخفض والكلوروفيل a-1 تزداد الى حوالي 3% من محتوى الكلوروفيل a ومع

الخزن فأن هناك تجمع قليل لمادة chlorophyllide a إلا أن التجمع لا يستمر ولا يزداد الى مدى من كمية الكلوروفيل a المفقود وان pheophytin a تنخفض ولا يمكن الكشف عن pheophorbides الذي تترك تكوين منتجات ثانوية عديمة اللون وان الايثلين يعجل سرعة هدم الكلوروفيل في الخضراوات بينما يمكن إعاقة درجة الحرارة والجو المسيطر عليه وان الاثيلين يعجل هدم الكلوروفيل في أوراق parsley المخزونة لمدة 8 أيام في الظلام بدرجة 25 م وارتفاع ثاني اوكسيد الكربون يعيق كل عمليات الشيخوخة وارتفاع ثاني اوكسيد الكربون يلغي الشيخوخة الذي تستحدث تأثير الاثيلين ويمكن إدامة محتوى الكلوروفيل في broccoli لمدة 6 أسابيع عند الخزن في 2% أوكسجين مع 6% ثاني اوكسيد الكربون بدرجة 4 م وان 60% من الكلوروفيل يمكن فقدها خلال 4 أسابيع من الخزن في الهواء.

2. الكاروتينويدات: هدم الكلوروفيلات ناتج في اللون الأصفر للأوراق النباتية الشائخة وهدم الكاروتينويدات يحدث خلال الشيخوخة إلا انه مع اقل سرعة من الكلوروفيلات وان التركيب الكيماوي للكاروتينويدات يتغير خلال الشيخوخة الذي يسبب تكوين أسترات زانثوفيلات وابوكسيدات، ظروف درجة الحرارة والخزن لها تأثير على هدم أو تخليق الكاروتينات carotenogenesis اعتمادا على الأجناس وفي الذرة والفلفل الحلو ارتفاع درجة حرارة الخزن ناتجة في ارتفاع في فقد الكاروتينويدات كمقارنة الى الخزن تحت ظروف درجة حرارة مثلى وفي الفلفل الحلو فأن 20% من محتوى الكاروتينويدات الكلية يفقد خلال 9 أيام بدرجة 75م بينما 60 و80% تفقد خلال تقس الفترة بدرجة 15م و17م على التوالي وان تخليق الكاروتينويدات في الجذور وفاكهة الخضراوات خلال الخزن بعد الجني وان السرعة تعتمد على درجة حرارتها ودرجة حرارة الخزن وان محتوى العديد من الكاروتينات منها ألفا وبيتا كاروتين تزداد قليلا في الجزر خلال 100-120 يوما من الخزن بدرجة 2م ومن ثم وان درجة الحرارة المثلى لسرعة التطور للون الأحمر في الطماطة بين 20-25م وتحت 10م وأكثر من 30م فأن تطور اللون يثبط وبعد 7 أيام بدرجة 35م فان الطماطة تعود الى الأصفر بسبب تثبيط تخليق اللايكوبين فوق درجة 30م بينما تخليق بيتا كاروتين يستمر وان تخليق الكاروتين يعتمد على إنضاج الفاكهة عند الجني، وجود الضوء خلال الخزن بعد

الجني يؤثر على قابلية ثبات الكاروتينويد اعتمادا على جنسها وفي الجزر فأن بيتا كاروتين من نوع all trans وألفا كاروتين واللونين تكون ثابتة جدا خلال 8 أيام من الخزن بدرجة 4 م في كلا من الضوء والظلام، فقد violaxanthin والليوتين في السبانخ هو 60 و22% على التوالي خلال 8 أيام من الخزن في الضوء وان تأثير خزن الجو المسيطر عليه والجو المحور على محتوى الكاروتينويدات وحجز اللون في الخضراوات الصفراء والحمراء زان انخفاض محتوى الكاروتينويدات الكلية اللايكوبين في الطماطة الذي تخزن في 3% أوكسجين أو 20% ثاني اوكسيد الكربون من بعد الخزن في الهواء لا توجد فروقات بعد الخزن في أوكسجين منخفض وارتفاع ثاني اوكسيد الكربون عندما تنقل العينة الى الهواء وان الكاروتينويدات الكلية اللايكوبين اقل في الطماطة الذي تتعرض الى معاملات خزن مختلفة عن المخزونة في الهواء كل الوقت.

3. الفلافونويدات والبيتالاينات: درس تأثير الخزن بعد الجني على محتوى الفلافونويدات في السبانخ وان محتوى الفلافونويدات الكلي تقريبا 1,9 ملغم لكل كغم من الوزن الطري يكون ثابت خلال 3 و7 أيام من الخزن بدرجة حرارة 10م في الهواء والجو المحور وقابلية ثبات الانثوسيانينات في اللهانه الحمراء خلال 84 يوما من الخزن بدرجة 4م وخلال هذه الفترة فأن اللون ومحتوى الانثوسيانين يمكن إدامتها في كلا النوعين من اللهانه والسبب لقابلية الثبات بسبب إضافة الكلوكوز الى الساينيدين وإضافة الأسيل مع العديد من الأحماض العطرية، التراكيب البنائية الشائعة في اللهانه الحمراء هو cyaniding-3,5-diglycoside وcyaniding-3-sophoroside-5-glucoside المؤسلة مع حامض sinapic، حامض ferulic، حامضp-coumaric أو حامض caffeic، الأسيلة العالية الانثوسيانين توجد في البطاطا الحلوة الشاحبة وان كثافة اللون petanin المعزول من البطاطا الشاحبة درس في قيم أس هيدروجيني مختلفة وبعد 60 يوما من الخزن بدرجة 10م واس هيدروجيني 4 أكثر من 84% من صبغة الانثوسيانين، تأثير الخزن المبرد على محتوى البيتالاينات يقدر في قشور البنجر الأحمر وان تركيز البيتانين من 15500 - 38700 ملغم\كغم وزن طازج وان كمية البيتانين تنخفض خلال 140 وما من الخزن بدرجة 5 م الذي بعدها المستوى يبدأ للارتفاع خلال الأيام 46 القادة

والزيادة في محتوى البيتانين بعد 1490 يوما أن يفسر بواسطة قابلية صبغات البنجر الأحمر للهدم وإعادة توليد المستمرة خلال الخزن لان التفاعل يكون عكسيا وان تأثير درجة الحرارة والتركيب الجوي على محتويات البيتالاينات واللون السطحي في البنجر الذي يكون مغسول ومفروم ومعبأ في صواني ويغلف مع أفلام من متعدد فينايل الكلوريد أو اثيلين فينايل الخلات على التوالي والصواني تخزن بدرجة 10م أو 4م لمدة 7 أيام ومن ثم تنقل الى 20م لمدة يوم واحد وبصورة عامة فأن محتوى البيتالاينات ينخفض خلال 7 أيام من الخزن وفي درجة10م فأن البيتالاينات تنخفض بواسطة 40 -50% بعد 7 أيام بينما بدرجة 7م يقل أكثر وان غشاء متعدد فينايل الكلوريد يعطي أفضل حجز من البيتالاينات مقارنة الى غشاء اثيلين فينايل الخلات وفي بعض الخضراوات مثل البطاطا الحلوى والجزر فأن اللون الأصفر والبرتقالي للكاروتينويدات هو الشائع بينما في الخضراوات الورقية الخضراء فأن الكاروتينويدات تتميز باللون الأخضر ويمكن توضيح اللون والصبغات الأساسية للخضراوات مع بعض التراكيب المظهرية.

1. **الأوراق:** وهي الجزء القابل للأكل مثل اللهانه Brassia oleracea var.capitata ذات لون اخضر أو احمر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون هي الكلوروفيل والانثوسيانينات أو اللهانه الصينية Brassica pekinensis ذات اللون الأخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل أو اللهانه الاسبانية Spinacia oleracea ذات لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل أو kale ذو اسم لاتيني Brassica oleracea var.acephala ذات لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون هي الكلوروفيل أو Brussels sprouts من جنس Brassica oleracea var. gemmifera ذات لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل.
2. **برعم الزهرة غير الناضج:** ومن الأسماء الشائعة هو cauliflower من جنس Brassia oleracea var.botrytis ذو لون ابيض أو الاسم الشائع هو Broccoli من جنس Brassia oleracea var. italic ذو لون اخضر

وشاحب ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون هي الكلوروفيل والانثوسيانينات.

3. الفاكهة: ومن الأسماء الشائعة هو green peas من جنس Pisumsativum ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل أو green beans من جنس phaseolus vulgaris ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل أو pumpkin, squash من جنس Cucurbita pepo أو مكن جنس C.moschata, C. maxima ذات لون ابيض، اصفر، برتقالي واخضر ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل والكاروتينويدات أو cucumber من جنس Cucumis sativus ذو لون اخضر ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل أو eggplant من جنس Solanum melongena ذو لون شاحب ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الانثوسيانينات وفلافونيدات أو Maize من جنس zeamays ذات لون اصفر، برتقالي وشاحب ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون هي الانثوسيانانات والكاروتينويدات أو Tomato من جنس Lycopersicon esculentum ذو لون احمر ذو لون اخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤولة عن اللون هي الكاروتينويدات أو pepper من جنس Capsicum annuum ذو لون اصفر، احمر واخضر ومجموعة الصبغة الأساسية المسؤوله عن اللون هي الكلوروفيل والكاروتينويدات، في الخضراوات حيث أن لون الكاروتينويدات يكون شائع وان الكلوروفيل لا يتطور أو يتحلل الى منتجات عديمة اللون الإدراك الحسي للون الخضراوات هو وظيفة كيف الخضراوات موجودة وعلاقتها الى الظروف ونوعية الإضاءة ودرجة تشتت الضوء، الامتصاص والانعكاس المهمة وان الصبغات تملك دور أولي في اللون إلا أن الحالة الفيزياوية للصبغة ووجود وحالة المواد غير الصيغية ذات التأثيرات الثانوية وعندما يتغير لون الخضراوات الخضراء من معتم الى اخضر براق خلال التقشير ويحصل الاسمرار الإنزيمي بسبب التحويل التاكسدي للفينولات المتعددة الى معقدات ملونه والاسمرار غير الإنزيمي مهم للون الغذاء.

العوامل المؤثرة على الصبغات

التسخين: هناك العديد من العمليات الصناعية المرتبطة مع التسخين الذي تملك تأثير على اللون والخضراوات تكون مقشرة، مطبوخة، مغلية، معلبة، مبسترة ومسحوب الماء وان الخضراوات تكون مملحة أو مخمرة باستعمال العمليات الذي تسبب تغيرات اللون:

1. **blanching**: تستعمل درجة حرارة من 70 الى 105م وهي معاملة حرارية قصيرة لتثبيط نشاط الإنزيمات وثبات الخضراوات تجاه التلف خلال الخزن الطويل وامثل ظروف للخضراوات تعتمد على نوع وحجم الأنسجة النباتية والوقت ودرجة الحرارة اللازمة لتثبيط الإنزيمات فإن البيروكسيديز هو احد الإنزيمات الثابتة بالحرارة في الخضراوات ويستعمل كدليل لعملية blanching والذي تنجز في الماء، البخار أو بواسطة استعمال طاقة الموجات الدقيقة وهي عملية تستعمل قبل الانجماد.
2. الطبخ أو الغليان: تستعمل خلال التحضير اليومي أو إعادة التسخين.
3. **Retorting by canning**: وهي التعرض الى درجة حرارة 121م لمدة 25 الى 40 دقيقة أو بدرجة 115 م لمدة 30 الى 40 دقيقة وان الهدف الرئيسي للتعليب لإنتاج خضراوات معقمة وان الهدف الأساسي هو تحطيم السبورات لبكتريا Clostridium botulinum أي معظم البكتريا المنتجة للسموم والمقاومة للحرارة.
4. البسترة: وتستعمل درجة حرارة من 60 الى 85 م المرتبطة مع تحطيم البكتريا الخضرية والبسترة للمنتجات الخضراوات تستعمل في عمليات تصنيع العصائر.
5. سحب الماء **dehydration**: هي إزالة الماء من المواد الصلبة الى المستوى الذي فيه يقل تلف الأحياء المجهرية الذي تجعل الخضراوات ثابتة خلال الخزن طويل الأمد وان الماء يمكن نزعه بواسطة التجفيد والتجفيف بالرذاذ أو التخفيف بالحرارة العادية وان الخضراوات مسحوبة الماء تستعمل في خلائط الأغذية.

6. التمليح والتخمير: هي حفظ الخضراوات بواسطة الحامض والحوامض المضافة في عمليات التمليح بينما في التخمر وهي العملية الذي تحدث طبيعيا أو يمكن إضافة الحامض تحت ظروف مثالية ومن تاثيرات التسخين هي:

أ. الكلوروفيلات: يمكن إدامة اللون خلال عمليات التصنيع الحرارية للخضراوات الخضراء وان الخضراوات الخضراء المسخنة يكون لونها اخضر براق وان التسخين ضروري لثبات الخضراوات ولعدم نشاط الإنزيمات المسببة للتلف وبدرجة حرارة فوق 60 م فأن الخلايا الحية يتم قتلها وان المواد البكينية يتم هدمها وان التركيب البنائي للخلايا يتغير لا عكسيا وفي حالة التخمر الذي لا تستعمل فيها الحرارة فأن النمو الميكروبي يسبب هدم مشابه للتركيب الخلوي وان الكلوروفيل يقع في الكرانا من الكلوروبلاست في الخلايا الحقيقية وعندما يتم قتل الخلية خلال التسخين، فأن الكلوروبلاست يختفي وان الكرانا تنتشر وان الحبيبات للمواد الدهنيه تتوزع في الأغشية الصفائحية والذي عند اضطراب غشاء السايتوبلازم، فأن نفاذية الغشاء تزداد وان الأحماض الخلوية تتحرر مما تؤدي الى هدم الكلوروفيل الى pheophytins وان نسيبة الكلوروفيل الى pheophytin المستعملة كدليل للون الخضراوات الخضراء المسخنة وان قياسات الانعكاسية للاخضرار وارتباطاته المستعملة لتقيم تغير اللون الكلي خلال التسخين لعصير ومعجون الخضراوات الخضراء وتحويل الكلوروفيل الى pheophytin خلال التسخين يعتمد على درجة الحرارة، طول المعاملة الحرارية والأس الهيدروجيني وفي درجة 60م أو أكثر، فأن الكلوروفيل يتحول الى pheophytin وتزداد سرعة التحويل مع زيادة درجة الحرارة الكلوروفيل a أكثر حساسية للحرارة من الكلوروفيل b وفي عصير broccoli، فأن الكلوروفيل a يهدم مرتين أسرع من الكلوروفيل b وان خطوتي الهدم للكلوروفيل والتغير في اللون الأخضر يمكن ملاحظته في عصير broccoli المسخن وخاصة بدرجة حرارة 90 و100م والخطوة الأولى من pheophytinisation والخطوة الثانية تحلل pheophytins الى pyropheophytins وهذه الظاهرة تعزى الى البيئة الجزيئية حول الكلوروفيل في عصير broccoli، وان 55% من الكلوروفيل يتحول الى

pheophytin خلال 20 دقيقة وان تسخين Brussels spouts بدرجة 80 م فأن فقط 39% يتحول في أوراق التبغ وان الأس الهيدروجيني في Brussels spouts وأوراق التبغ بعد التسخين كانت 6,2 و6 على التوالي وان سرعة تكوين pheophytin بدرجة 60 م في 25 نسيج نباتي مع أس هيدروجيني يتراوح من 4,1 - 7,2 وهي زيادة في pheophytin مع انخفاض الأس الهيدروجيني وان العلاقة الكلية بين pheophytin والأس الهيدروجيني تكون ضعيفة وفي البقول الخضراء المغموسة في الماء بدرجة 60 م فأن تحويل pheophytin هي 12 مرة أسرع في الأوراق من نفس النبات مع أن الأنسجة تملك نفس الأس الهيدروجيني وان قابلية ثبات الكلوروفيل في الخلايا التالفة يعتمد على تركيز وطبيعة الأحماض الخلوية وارتباطاتها بين الكلوروفيل والبروتينات الدهنيه في الكلوروبلاست.

Blanching: المعاملات تحت تلك العملية تسبب تغيرات اللون خلال الخزن المجمد بسبب نشاط إنزيم chlorophyllase البيروكسيديز وفي التفاعلات الثانوية فأن هيدروبيروكسيدات اللبيدات وجذور هيدروبروكسي المنتجة بواسطة lipoxygenase يسبب bleaching للكلوروفيل وفقد في اللون وان زيادة تلك العملية ناتجة في لون غير مرغوب بسبب pheophytinisation الكامل وتكوين pyropheophytin وهدم الكلوروبلاست، باستعمال water blanching فأن الماء سيدخل الخلية والفراغات الخلوية وانتفاخ الكلوروبلاستات وانتشار الكلوروفيلات من خلال الخلية والى وسط blanching، وتأثير الماء الساخن والبخار والموجات الدقيقة – البخار على نوعية اللون في السبانخ وان المنتجات المعرضة لتلك المعاملات لا يلاحظ فيها نشاط إنزيم البيروكسيديز وان تلك العمليات لها تأثير على القبولية واللون وان تلك العمليات لا تسبب فروقات في اللون بين المعاملات.

الطبخ: الطبخ لمدة 3 دقائق للبقول الخضراء من جنس Pisum sativum في الماء لا يؤثر على الكلوروفيل الكلي إلا أن الكلوروفيل a وb ينخفض والكلوروفيل pheophytin a, b و b¯ و a¯ تزداد على التوالي وهناك تغيرات في المركبات الذي لها علاقة مع الكلوروفيل خلال التسخين بالموجات الدقيقة لأوراق البطاطا الحلوة

وخلال 8 دقائق من الطبخ فأن الكلوروفيل الكلي ينخفض الى 7 إضعاف وان الكلوروفيل a يتحول تدريجيا الى الكلوروفيل a^- وان مناظر الكلوروفيل a و pheophytin a الذي تسبب تحول الكلوروفيل b الى الكلوروفيل b^- خلال أول 2 دقيقة وملاحظة pheophytin b و pyropheophytin a بعد 8 دقيقة من الطبخ

التعليب والبسترة: في الخضراوات الخضراء المعلبة والمبسترة فأن اللون سوف يتغير من الأزرق – الأخضر(الكلوروفيل) الى الأخضر الزيتوني pheophytin بسبب قسوة وطول المعاملة الحرارية اللازمة للتقييم التجاري وان كل الكلوروفيل في السبانغ يتحول الى pheophytins خلال 30 دقيقة من retortment بدرجة 121م وان فقط 16% من الكلوروفيل يحصل فقده خلال الخزن المجمد فالخضراوات الخضراء المعلبة تحتوي pheophytin a ,b اسمر زيتوني و pyropheophytin a ,b.

سحب الماء: وقت سحب الماء الطويل وخاصة عند ارتفاع درجة الحرارة الذي تؤدي الى منتجات ضعيفة النوعية بسبب الكرملة فأن تفاعلات ميلارد، التفاعلات الإنزيمية وهدم الصبغات مثل pheophytinisation الذي تحدث في جهد مائي منخفض جدا خلال الخزن وفي أوراق parsley المجففة بدرجة حرارة بين 80 و90م يتحول 3 – 7% من الكلوروفيل الى pheophytins مقارنة الى 12– 15% في العينات المجففة بدرجات حرارة بين 100 و140م وعندما العينات المجففة تخزن لمدة 2 سنة فأن العينات المجففة بدرجات حرارية منخفضة تحتوي نسبة عالية من pheophytins مقارنة مع العينات المجففة بدرجة حرارة عالية وخلال الخزن طويل الأمد فأن الكلوروفيل b أكثر ثبات من الكلوروفيل a وهذا سيؤثر على اللون الأخضر لان الكلوروفيل b يكون اصفر – اخضر والكلوروفيل a يكون ازرق – اخضر، في الفلفل الأسود الكروي، فأن فقد اللون الأخضر يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة 70 و75م أكثر من 55م و60 م على التوالي وبصورة عامة يحصل فقد الكلوروفيل الذي ينخفض خلال التجفيف العادي بدرجة 30 م وان فقد الكلوروفيل في أوراق basil وبصورة عامة فأن فقد الكلوروفيل يقل بعد التجفيف عندما يستعمل steam blanching مقارنة الى التجفيف بدون blanching وان المعاملة البخارية تزيد من نفاذية جدار الخلية وانتقال الماء وخفض وقت التجفيف.

التمليح brining والتخمر: الحفظ الحامضي أو استعمال الخل له تأثير على حجز اللون الأخضر في الخضراوات الخضراء ويلاحظ ذلك خلال تمليح الخيار وكذلك خلال التخمر للزيتون واللهانة الخضراء فأن اللهانه تعبأ تحت ضغط معتدل في عبوات محكمة الغلق وان التخليل ألحامضي يخفض الأس الهيدروجيني للمنتج مما يخلق ظروف للتخمر وكذلك هدم الكلوروفيل وفي عمليات تصنيع الزيتون حيث يتغير الأس الهيدروجيني ببطء فأن مسلك الهدم الرئيسي الى chlorophyllides والى pheophorbides، فأن تحويل الكلوروفيل الى chlorophyllide و pheophytin الى pheophorbide ناتجة عن نشاط chlorophyllase بينما هدم الكلوروفيل الى pheophytin و chlorophyllide الىpheophyllide نتيجة الظروف الحامضية وان وجود حامض ألستريك، ألماليك والخليك تعطي أفضل حجز لون في الخضراوات الخضراء من الحاوية أحماض مع حلقة بنزين مثل حامض البنزويك، الحوامض مع مجموعة محبة للدهن تشبه حلقة البنزين لها القدرة أن تنتشر خلال غشاء اللبيدات في الكلوروبلاست وتفكك ايونات الهيدروجين في داخل الخلية مقارنة الى الأحماض المحبة للماء.

ب. **الكاروتينويدات:** بصورة عامة فأن تأثير التسخين الحراري على هدم وتناظر الكاروتينويدات في الخضراوات الحمراء، البرتقالية والصفراء يعتمد على جنس الخضراوات وان التركيب الكيماوي للكاروتينويدات وطريقة التسخين وظروف عمليات التصنيعي، ومن المعروف بان الوقت، درجة الحرارة ووجود الأوكسجين من العوامل الذي تؤثر على قابلية ثبات الكاروتينويدات.

Blaching و cooking: عملية blaching للجزر تؤدي الى لون براق وارتفاع درجة تشبع اللون من عدم التسخين وان عمليات التسخين ناتجة في تفكيك الكلوروبلاست الكاروتينات المذابة في اللبيدات الخلوية الذي تؤدي الى تحويل اللون، وتأثير التسخين على محتوى الكاروتينويدات يؤدي الى تكوين معقد وان محتوى الكاروتينويدات يزداد مع انخفاض أو المحافظة عليها خلال عمليات التصنيع الحرارية وان المعاملة الحرارية المعتدلة بدرجات حرارية اقل من 100م لوقت قصير مثل blanching تزيد من محتوى الكاروتينويدات لكل وحد وزن والزيادة مع زيادة

قابلية الاستخلاص الكيماوي بسبب تفكك جدار الخلية وفقد الرطوبة والمواد الصلبة الذائبة وعدم نشاط الإنزيمات المؤكسدة للكاروتين وان قسوة المعاملة الحرارية ناتجة في هدم الكاروتينويدات الذي تؤدي الى انخفاض في محتوى الكاروتينويد وخلال التسخين فأنه يحدث تناظر يعتمد على طول وقسوة المعاملة الحرارية، في شرائح البطاطا الحلوة وجد بأن 13 و4% زيادة على التوالي في محتوى بيتا كاروتين الكلي بعد 2-10 دقيقة من blanching في الماء بدرجة 100م وبعد 80 دقيقة من baking بدرجة 191م يحصل فقد 31% وخلال التسخين فأن المناظر cis للبيتا كاروتين يتكون بنسبة 8، 15 و23% على التوالي ففي البقوليات الخضراء وجدت زيادة في محتوى الليوتين 38% وبيتا كاروتين 23% ومحتوى الكاروتينويدات الكلية 26% خلال 3 دقائق من الغليان في الماء وفي الطماطة فأن محتوى الليوكوبين لا يتغير خلال4، 8 و16 دقيقة من الطبخ بدرجة 100م وان محتوى اللايكوبين في الطماطة ثابت خلال التسخين وان تسخين الموجات القصيرة لمدة 7 دقيقة بقدرة 6000 وات للبطاطا الحلوة ناتج في فقد 23% من بيتا كاروتين الكلي وان تسخين الموجات القصيرة لمدة 9 دقيقة يملك تأثيرات قليلة على بيتا كاروتين في الجزر مقارنة الى عدم التسخين ويمكن قياس زاوية تفاوت اللون للمادة غير blanching والذرة الحلوة المعرضة الى blanching في الماء وانخفاض القيم يشير الى اللون الأصفر الذي يلاحظ في العينات غير المعرضة الى blanching الذي تزيدها الى قيم مرتفعة أكثر لون اصفر -برتقالي مع زيادة وقت blanching والفروقات في اللون ومحتوى الكاروتينويدات وعلاقتها مع التسخين يعتمد على طريقة عمليات التصنيع وبصورة عامة فأن الكاروتينويدات لا تكون leach الى البيئة المحيطة خلال water blanching أو الطبخ بسبب طبيعتها المحبة للدهن ولا توجد فروقات معنوية يمكن الكشف عنها في لون الجزر الذي blanched في الماء لمدة 2 دقيقة بدرجة 88م باستعمال درجة حرارة عالية مع وقت قصير لمعاملة blanchimng باستعمال45 وpsi60 لمدة 30 -60 ثانية على التوالي ولا توجد فروقات معنوية في محتوى بيتا كاروتين أو اللون بين الجزر المطبوخ بالموجات القصيرة والتقليدية الذي تظهر بأن ظروف الطرق وعمليات التصنيع لها تأثيرات متشابه وان ظروف عمليات التصنيع المختلفة والمنتجات المختلفة ناتجة في نتائج غير مناسبة وان وجود الأوكسجين ناتج في هدم الكاروتينويدات خلال blanching وان المعاملة الأولية مع النتروجين لشرائح الجزر blanched أو المجمدة

مع الأوكسجين قبل الخزن بدرجة -40م لمدة 4 أسابيع تظهر هدم في الكاروتينويدات الكلية والخفاض في زاوية تفاوت اللون مما تعطي لون براق اقل من الانجماد مع النتروجين وان انخفاض تركيز الأوكسجين خلال عمليات التصنيع يمنع عملية blanching للكاروتين.

التعليب: درجات حرارة retorting مثل 115 م و 21م تحطم الكاروتينويدات في عصير الجزر، الجزر المعلب والبطاطا الحلوة وان تلك العملية مع زيادة درجات الحرارة تزيد من تناظرcis ويخفض محتوى الكاروتين بسبب زيادة الأكسدة والتناظر وان الزيادة في المتناظرات من نوع cis للالفا وبيتا كاروتين بعد عملية retortment لجزر و 35% انخفاض في بيتا كاروتين من نوع all-trans و 26% انخفاض في ألفا كارونين من نوع all-trans وان ظروف retorting كانت 115م لمدة 30 دقيقة وان الزيادة من 10-39% في محتوى المناظر cis في منتجات الخضراوات المعلبة وان انخفاض المحتوى الكلي من كاروتينات من نوع all-trans وارتفاع المحتوى الكلي للمناظرات من نوع cis يحصل عليها منن البطاطا الحلوة المعرضة للمعاملة retortment بدرجة 121م لمدة 23 دقيقة مقارنة الى 116م لمدة 34 دقيقة وان أكسدة الكاروتينويدات يمكن منعها بواسطة التعرض للأوكسجين خلال عمليات التعليب.

عمليات تصنيع العصير: عصير الجزر والطماطة المنتج من الخضراوات الصفراء والأحمر وان اللون وقابلية الثبات للكاروتينويدات في تلك المنتجات يعتمد على ظروف عمليات التصنيع ففي الجزر فأن الكاروتينويدات أكثر تعرض للأكسدة لأن الخضراوات تنقع قبل المعاملة الحرارية وان تلك العمليات لها تأثيرات معنوية على حجز الكاروتينويدات وعند مقارنة المواد المعلبة من عصير الجزر بدرجة 121م لمدة 30 دقيقة مع التحميض فأن التحميض مع التسخين بدرجة 105م لمدة 25 ثانية واستعمال درجة الحرارة العالية والوقت القصير بدرجة 110م لمدة 30 ثانية أو120م لمدة 30 ثانية وان المعاملات المختلفة ناتجة في عصير الجزر مع اللون من البرتقالي (التحميض، التحميض مع التسخين بدرجة 105م لمدة 25 ثانية) الى الأصفر (التعليب) مع ارتفاع درجة تحطيم الكاروتينويدات الذي يحصل عليها بالتعليب وان

لون عصير الجزر المصنع له علاقة مع محتوى الكاروتينويدات وتكوين المناظرات من نوع cis وان كثافة اللون تنخفض مع تكوين مناظرات من نوع cis وفي عصير الطماطة فأنه يحصل فقد 1% من اللايكوبين خلال 7 دقيقة تسخين بدرجة 90 م مقارنة الى 17% خلال 7 دقيقة بدرجة 130م.

سحب الماء: بصورة عامة، سحب الماء ناتج في قسوة هدم وتناظر الكاروتينويدات وخاصة عندما الخضراوات المجففة لا يمكن حفظها غير محمية من الضوء والهواء في غاز النتروجين أو ثاني اوكسيد الكربون الجوي أو تحت تفريغ وان إزالة اللون من الخضراوات المجففة يحفز بواسطة تجفيف الحرارة – الضوء وان المعاملات الكيماوية مثل إضافة 0,05% من sulphite و2,5% من نشأ الذرة ناتج في خفض فقد الكاروتين وتحسين نوعية اللون لشرائح الجزر الذي يسحب مائها في الهواء بدرجة 70م لمدة 4 ساعات أو 90م لمدة 2 ساعة وفي الطماطة، فأن محتوى الليوكوبين لا يتغير وان محتوى الليوكوبين ولون الطماطة بعد سحب الماء في الهواء بدرجة 95 م لمدة 6–10 ساعة وتجفيف تحت تفريغ بدرجة 55م لمدة 4–8 ساعات أو المعاملة الازموزية بدرجة 25م في محلول سكروز 65 بركس لمدة 4 ساعات يليها تجفيف تحت تفريغ بدرجة 55م لمدة 4 – 8 ساعات وان ارتفاع فقد الليوكوبين 4% يلاحظ في العينات المجففة هوائيا الحاوية 17% مناظرات من نوع cis الذي تظهر بأن التناظر والأكسدة تحدث تلقائيا وان العينات المجففة تحت تفريغ – ازموزية ناتجة في خفض فقد اللايكوبين الى 2% يليه التجفيف تحت تفريغ الى 3% وفي تلك المعاملات فأن المناظرات من نوع cis تقدر 7% و10% على التوالي وهذه الفروقات بسبب بقاء السكروز على سطح خلال الازموزية الذي يمنع الأوكسجين من الاختراق وأكسدة اللايكوبين وان نوعية اللون تنخفض في العينات المجففة هوائيا مقارنة مع العينات الأخرى، التجفيف الاسطواني لقطع البطاطا الحلوة بدرجة 160م و55 دورة لكل دقيقة ناتج في فقد 21% في الكاروتين ولا توجد تغيرات معنوية في محتوى الكاروتينويدات الكلية واللون في عينات الجزر المجفدة خلال التجفيد الناتج في منتجات مع مسامية عالية الذي تسبب أكسدة الكاروتينويدات وان التجفيد يحدث تحت تفريغ وان الأوكسجين المستهلك يحمي أكسدة الكاروتينويدات من الهدم وان هدم الكاروتينويدات في الجزر المجفف يعتمد على درجة حرارة الخزن ووقت الإضاءة وان

محتوى ألفا كاروتين من نوع all trans وبيتا كاروتين من نوع all-trans والليوتين من نوع all-trans تنخفض مع زيادة درجة حرارة الخزن وهي 4، 25 أو 45م ووقت الإضاءة بينما تزداد التناظر من نوع cis وخزن مسحوق الطماطة في النتروجين أو الهواء ناتج في حجز اللايكوبين الى 35% و 8% على التوالي.

ج. الفلافونويدات والبيتالاينات: التحويلات المختلفة الانثوسيانات تحدث خلال التسخين تنتج صبغات صفراء أو سمراء وخلال عمليات التصنيع فأن التوازن يتحول تجاه قاعدة كاربينول عديمة اللون وإشكال chalcone وان الانثوسيانين الأصلي يحدث خلال التبريد وان التلف الفيزياوي مثل التقشير، التقطيع والشرائح تضطرب الأغشية وتسمح خلط الإنزيمات والمواد الأساس في المكونات المفصولة وان الإنزيمات تكون غير نشطة بواسطة العمليات التصنيعية وان ارتفاع درجة الحرارة يحول توازن الانثوسيانين الى جهة chalcone، الفروقات في قابلية الثبات بين الانثوسيانينات له علاقة الى درجة الأسيلة وان الأسيلة من اللهانه كمثال فأن الانثوسيانينات أكثر ثبات من الانثوسيانات غير المؤسيلة وان المركبات المؤسيلة تملك صفات أخرى الذي تجعلها أكثر رغبة وهي تملك أقصى امتصاص في طول موجي 560 -600 نانوميتر أو في 600 - 640 نانوميتر في الحامض الضعيف أو المحاليل المتعادلة وهذا يعني أن المركبات تكون ملونة في أس هيدروجيني فوق 4 بينما الانثوسيانينات غير المؤسيلة تكون عديمة اللون وهناك شريطين ناتجة عن كثافة الانثوسيانينات لتكوين تراكيب quinoidal base في لحامض الضعيف أو المحاليل المتعادلة وان اللون للهانة الحمراء المستخلص والمنظم الأس الهيدروجيني الى 3 ، 3,5 و 4 والمسخن بدرجة 80م الذي يظهر بأن الانثوسيانات تكون ثابتة وان الهدم الحراري للبيانين هو تفاعل من الدرجة الأولى وان تحلل البيتانين بدرجة 60 م و 80م يظهر بأن سرعة التفاعل تكون مضاعفة بواسطة خفض الأس الهيدروجيني من 6,2- 3,3 وان الفقد في اللون خلال عمليات تصنيع جذور البنجر بدرجات حرارية واس هيدروجيني مختلفة باستعمال قياس الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي 533 نانوميتر وحصول الهدم الحراري البيتانين.

الانجماد: الانجماد هو احد أهم الطرق المهمة للحفاظ على نوعية الخضراوات خلال الخزن طويل الأمد وان معظم الخضراوات تكون blanched قبل الانجماد وان بعض الخضراوات مثل الجزر والكراث leek يمكن تجميدها وهي خام ونوعية الخضراوات المجمدة المجهزة للمستهلك تكون أفضل في النوعية في وقت الانجماد وان درجة حرارة الخزن، وقت الخزن وتغيرات درجة الحرارة في الخزن من العوامل الرئيسية الذي تؤثر على نوعية الخضراوات المجمدة وان قابلية الحفظ لكل الخضراوات المجمدة تزداد مع انخفاض درجة حرارة الخزن بين -25 و-40 م.

1. الكلوروفيلات: البزاليا الخضراء peas والفاصوليا الخضراء beans، Brussels spourts والسبانغ من الخضراوات الخضراء المجمدة المستهلكة وهذه الخضراوات تكون blanched قبل الانجماد لمنع تغير اللون الإنزيمي وتطور الطعوم الغريبة وان هدم الصبغات له علاقة الى درجة حرارة الخزن ونوع الخضراوات المصنعة وان خطوات التحضير الضرورية للمحصول قبلblanching ووقت blanching الانجماد وان الفاصوليا الخضراء blanched تفقد 10% من محتوى الكلوروفيل في 0,7 و10 أشهر بدرجة -7 و-18م على التوالي وفي البازلاء الخضراء وأوراق السبانخ blanched تفقد 10% من محتوى الكلوروفيل في 1,6 و2,5 شهر من الخزن بدرجة حرارة -7م على التوالي وفي درجة حرارة -18م يحصل فقد 10% من الكلوروفيل في 30 و43 شهرا على التوالي وخلال الخزن الطويل للخضراوات الخضراء المجمدة يتغير اللون مع تحويل الكلوروفيلات الى pheophytins المقابلة، هدم الكلوروفيل في البزاليا الخضراء غير المعاملة مع blanching المخزونة بدرجة -9 م في النتروجين خلال 20 شهرا وان محتوى الكلوروفيل ينخفض وان محتوىpheophorbide, pheophytin, chlorophyllide تزداد وان الزيادة لا تفسر الفقد الكلي وان إنزيم chlorophyllase ولحد ما البيروكسيديز الذي تكون مسؤوله عن تحويل الصبغة في الخضراوات الخضراء المجمدة اقل blanched أو غير المعاملة وان يمكن إنتاج الهيدروبيروكسيدات اللبيدات وجذور الهيدروابوكسي بواسطة إنزيم lipoxygenase المتضمن التفاعلات الثانوية الذي تسبب bleaching للكلوروفيلات وهناك تأثيرات للخزن المجمد لمدة 12 شهرا بدرجة -22م على الكلوروفيل a وb في الفلفل

والفاصوليا الخضراء المعاملة وغير المعاملة مع blanching وفي الفاصوليا الخضراء غير المعاملة فأن الكلوروفيل ينخفض خلال الأشهر الأولى ومن ثم يثبت وهناك نتائج متشابه يمكن الحصول عليها للفاصوليا المعاملة إلا انه هناك انخفاض بسبب blanching.

2. الكاروتينويدات: الكاروتينويدات للخضراوات المجمدة الصفراء، البرتقالية والحمراء تكون ثابتة نسبيا وهذا السبب فان اللون يكون أكثر ثباتا وان لا يحصل هدم أو هدم ثانوي أو تناظر للكاروتينويدات في الجزر المجمد، البطاطا الحلوة والذرة وان الانجماد والخزن المجمد لمدة 6 شهور للبطاطا الحلوة بدرجة -17م لا تنتج في أي تغيرات في المحتوى الكلي أو المتناظر للكاروتين ولا في اللون للمنتج، الأوكسجين والضوء تؤثر على قابلية ثبات الكاروتينويدات خلال الخزن المجمد، التعبئة المثالية للخضراوات قبل الخزن المجمد لا يتضمن الضوء والأوكسجين والذي يعطي أفضل كاروتينويدات وحجز اللون وبصورة عامة فأن blanching للخضراوات ذات اللون الأصفر، البرتقالي والأحمر قبل الحفظ بالتجميد للكاروتينويدات وان الكاروتينويدات تقاوم الهدم خلال الخزن المجمد أفضل في الخضراوات blanched من غير المعاملة وان احد الأسباب هو عدم نشاط الإنزيم luipoxygenase وفي الجزر المعامل blanched فأن بيتا كاروتين يقل قليلا خلال 12 شهرا من الخزن المجمد بدرجة -20م بينما هناك انخفاض معنوي يمكن ملاحظته في الجزر الخام والانخفاض له علاقة الى الزراعة وفي درنات الطماطة فأن الانخفاض المستمر لمحتوى الكاروتينويدات وفي اللون الأحمر الملاحظ خلال فترة 24 شهرا بدرجة -20م و-25م على التوالي، الذرة الحلوة الذي تجمد سريعا بدرجة -23م مع سرعة حزام التنقل 1- دقيقة\دورة تملك أفضل لون اصفر من العينات المجمدة بدرجة -23م وانه لا توجد فروقات معنوية في محتوى الكاروتين لشرائح الجزر المجمدة للون الأحمر من الانجماد بواسطة الطرق التقليدية وان طول مدة الانصهار تقدر حجز للكاروتينويدات وانصهار العينات غير المعاملة blanching للجزر لمدة 6 ساعات بدرجة 22م ناتجة في فقد 12% من محتوى الكاروتين.

3. الفلافونويدات والبيتالاينات: لا تتوفر معلومات كافية حول الفلافونويدات والبيتالاينات وعلاقتها مع الخزن المجمد.

إدامة اللون في الخضراوات: أي تغير في اللون خلال الخزن بعد الجني أو عمليات التصنيع المتمثلة في فقد نوعية مقارنة الى اللون بعد الجني والهدف من كل تلك المعاملات هو حفظ تغيرات اللون.

1. الكلوروفيلات: إدامة اللون الأخضر في الخضراوات خلال الخزن بعد الجني والعمليات التصنيعية لا تزال تواجه العديد من التحديات وعند عمليات التصنيع بعد الجني فأن كل المعاملات الذي تعيق عمليات الشيخوخة الطبيعية مثل تحويل الكلوروفيل الى منتجات هدم عديمة اللون تحسن من حجز اللون الأخضر وفي عمليات التصنيع فأن كل المعاملات الذي تثبط تحويل الكلوروفيلات الى pheophorbide, pyropheophytin, pyropheophorbide و pheophytin تديم اللون الأخضر البراق للخضراوات.

أ. بعد الجني: هناك العديد من التقنيات المستعملة لإدامة اللون الأخضر بعد الجني مثل الخزن تحت ظروف درجة الحرارة المثلى، منع الاثيلين أو الضوء والخزن المسيطر عليه والخزن المحور، معاملة الماء الساخن أو التغيرات في الصفات الوراثية للمواد النباتية ودرجة الحرارة هي عامل منفرد مهم في إعاقة الشيخوخة الطبيعية في الخضراوات المجنية وأي انحراف لدرجة الحرارة يخفض قابلية الخزن للخضراوات الخضراء من الدرجة الحرارية المثلى الذي ستخفض قابلية الخزن للخضراوات الخضراء بالإضافة الى الخزن بدرجة الحرارة المثلى، الخزن المحور والخزن المسيطر عليه الذي يطبق لخفض الشيخوخة الطبيعية في الخضراوات الخضراء وفي الفاصوليا الخضراء فأن قابلية الحفظ تكون طويلة وانه هناك 3 أيام تحت 1% من الأوكسجين مع 3% من ثاني اوكسيد الكربون مقارنة الى الخزن الهوائي بسبب أفضل حجز للصبغات الخضراء ولون البرعم وان المعاملة الأولية مع الماء الساخن بدرجة 47 م لمدة 7.5 دقيقة لإطالة الخزن وان المشكلة الرئيسية مع كل التقنيات بعد الجني هو إيجاد امثل ظروف الخزن وان الخضراوات تملك تراكيب سطحية، تركيب كيماوي والفسلجة المختلفة وان الاثيلين هو هرمون نباتي لكل الخضراوات الخضراء لأنها تعجل الشيخوخة الطبيعية حتى في كميات قليلة جدتا اقل من 0,1 جزء بالمليون وهذا السبب

فأنه من المهم حفظ الخضراوات الخضراء منفصلة عن الفواكه الذي تتميز بواسطة سرعة إنتاج الاثيلين بمقدار 1-100 جزء بالمليون، التأثيرات السالبة للاثيلين هو تقليله بواسطة الإزالة بواسطة الأكسدة مع برمنكنات البوتاسيوم واستعمال طفرات stay–green أو persistent–green تقترح إزالة التأثيرات السالبة للشيخوخة الطبيعية في الفاصوليا الخضراء وان نباتات stay-green تتميز بواسطة امتلاك الناسجة الذي تربط أو تقلل سعة هدم الكلوروفيل حتى عند الجفاف، في البطاطا فأن greening هو مشكلة معنوية خلال التعرض وفي المستوى التركيب البنائي الفائق فأن greening للبطاطا يتضمن نقل الاميلوبلاست الى كلوروبلاست وتكون الكلوروبلاست يكون ثابت وان اللون الأخضر يكون ثابت وان ابسط طريقة لمنع تكوين الكلوروفيل في البطاطا لخزنها في الظلام أو لاستعمال الأغشية الذي تمتص الضوء أو الإضاءة مع الضوء بطول موجي 750 نانوميتر.

ب. التسخين: بصورة عامة، فأن أس معاملة حرارية معتدلة قبل الانجماد أو سحب الماء تحسن من حجز اللون في الخضراوات الخضراء وهناك العديد من الطرق الأخرى المقترحة لتحسين حجز اللون الأخضر خلال blanching، التعقيم أو سحب الماء وان الارتشاح 4 ساعات مع الكالسيوم تحت تفريغ في أس هيدروجيني 5,6 وبدرجة 25م قبل water blanmching بدرجة 100م لمدة 4 دقيقة وتحسين اللون الأخضر للفاصوليا والفلفل الأسود الكروي بواسطة تقوية الأنسجة تجاه هدم الكلوروفيل والتلف الحراري، المعاملة الأولية للكالسيوم لا تؤثر على الكشف عن الذوق للخضراوات وإضافة كلوريد الكالسيوم الى وسط blanching يخفض قابلية ثبات الكلوروفيل في البزاليا المعاملة blaching لمدة 3 دقائق بدرجة 90م وان ارتشاح الكالسيوم و blanching تحدث تلقائيا وان التأثير الموجب على جدار الخلية لا يزيل التأثير السالب للايونات الموجبة ثنائية التكافؤ على الأس الهيدروجيني، استعمال معاملة حرارية مرتفعة الحرارة وقصر الوقت وهي طريقة أخرى لحفظ اللون الأخضر من الخضراوات وان عمليات التصنيع المعقمة المستمرة لعصير أو معجون السبانخ باستعمال 2 دقيقة لعملية blanching للأوراق بدرجة 57م وهي التمليح، وعمليات تصنيع ارتفاع درجة الحرارة، الوقت القصير أي 5,3

ثانية بدرجة 142م والتعبئة تحفظ الكلوروفيل لحد ما إلا أن الكلوروفيل يحصل فقده خلال الخزن وان المعقدات المعدنية للكلوروفيل حيث أن المعادن مثل الزنك والنحاس تضاف الى حلقة البورفرين للكلوروفيل والذي تكون أكثر مقاومة الى الحامض والحرارة لمنع فقد اللون الأخضر وتكوين المعقدات المعدنية الخضراء خلال العمليات التصنيعية الحرارية والخزن المعروف regreening ويتم انجاز طريقة blanching للخضراوات الخضراء هو انجازها بوجود أملاح الزنك وإعادة توليد اللون الأخضر يعزى الى تكوين معقدات الزنك لمركب pheophytin و pyropheophytin وتكوين المعقدات يعتمد على الأس الهيدروجيني، الزنك وتركيز الصبغات ويمكن تحديد تركيز ايون الزنك في المنتج النهائي واللون للخضراوات الخضراء مسحوبة الماء لتحسين استعمال التجفيد أو الطرق الذي تزيد من سرعة التجفيف خلال سحب الماء وفي التجفيد فإن السبانخ معاد إضافة الماء فأن الكلوروفيل a الأخضر و pheophorbide a الأسمر من المنتجات المهمة للكلوروفيل وفي طرق سحب الماء التقليدية فأن الارتباط لسحب الماء الازموزي 40% سكروز مع 20% سترات بدرجة 30م لمدة 24 ساعة مع التجفيف الهوائي الساخن بدرجة 65م يظهر لخفض التأثيرات التقديرية للحرارة على حجز اللون في البزاليا الخضراء وان سحب الماء الازموزي يخفض محتوى الماء الأولي بواسطة 70 – 75% لتقصير وقت التجفيف الهوائي وتحسين صفات إعادة إضافة الماء والعوامل الاخرى الذي لها تأثيرات موجبة على حجز اللون.

2. **الكاروتينويدات:** المعاملة الذي تتضمن الأوكسجين، الضوء وارتفاع درجة الحرارة تخفض هدم الكاروتينويدات بالإضافة الى مضادات الأكسدة الطبيعية مثل المركبات الفينولية الذي تثبط التأثيرات السالبة لإنزيم lipoxygenases الناتجة في خفض الأكسدة و bleaching والتأثير المثبط للمركبات الفينولية تختلف مع التركيب البنائي الكيماوي للمركبات والتركيز وان flavans تملك تأثير مثبط قوي على إنزيم lipoxygenase من الفلافونولات يليها الأحماض الفينولية مثل ferulic,p-coumaric والتأثيرات المثبطة على bleaching للكاروتين الذي يزداد مع الزيادة في تركيز المركبات الفينولية وان المركبات الفينولية في

Broccoli تظهر تثبيط قوي على blanching للكاروتين يليها بواسطة المركبات الفينولية للبزاليا، الجزر، الفاصوليا والسبانخ، وان محلول 5% من بذور الطماطة المسحوقة و0,2% أوراق أكليل الجبل rosemary جاف يخفض هدم الكاروتينويدات خلال الخزن المجمد وخاصة عندما تعرض الطماطة الى الضوء وان بذور الطماطة المسحوقة تعجل فقد اللون خلال 6 أسابيع الأولى من الخزن المجمد وبعد 10 أسبوع من الخزن فإنها تثبت اللون مقارنة الى عينات الطماطة غير المعاملة وإضافة الطماطة لزيادة قابلية ثبات بيتا كاروتين خلال عمليات التصنيع والخزن بسبب مضادات التأكسد والتأثيرات الحامية اللايكوبين.

3. الفلافونويدات، الانثوسيانات والبيتالاينات: درجة الحرارة المنخفضة والخزن المسيطر علية هي تقنيات مهمة لمنع الفقد بعد الجني الفلافونويدات، الانثوسيانات والبيتالاينات ولا توجد معلومات عن عمليات التصنيع وفقد اللون بسبب الفلافونويدات، الانثوسيانات والبيتالاينات وفي صناعة اللون الغذائية فأن اللون لمستخلصات اللهانه الحمراء يثبت بواسطة إضافة مضادات الأكسدة الذائبة في الماء والفوسفات الى المستخلصات وإضافة كلايكوسيدات الفلافونول مع زيادة الصبغات المشتركة للمستخلصات.

ثانيا: اللحوم: تتأثر قابلية ثبات لون منتجات اللحوم بواسطة عدد كبير من العوامل، بعضها يكون ذات طبيعة كيموحيوية وبعضها بسبب التداول خلال عمليات الذبح بالإضافة الى تلك العوامل هي ظروف التعبئة والخزن وتأثير العوامل الخارجية المطبقة خلال التعبئة والخزن وان اللحوم من مصادر مختلفة تظهر صفات مختلفة تسبب تغير اللون وكذلك دراسة العوامل الخارجية مثل نوع العضلات وإضافة النتريت في اللحوم المقدد cured meat والتأثير على الأنماط المستعملة للتعرف علة التداخلات أو العوامل المهمة للعوامل المؤثرة على نوعية الفقد والتعرف على المستويات الحرجة لتلك العوامل وتكوين أساس للتعبئة المثالية والخزن وعند تعبئة منتجات اللحوم الطازجة هي ارتفاع مستويات الأوكسجين والضغط جزئيا الذي يجب إدامتها لحفظ مايوكلوبين صبغة اللحم في الحالة الحمراء البراقة المؤكسدة ومن العوامل الخارجية الحرجة هي التعرف على درجة حرارة الخزن وان معظم العوامل الخارجية الحرجة الذي يمكن التعرف عليها هي انخفاض قابلية توافر الأوكسجين المرتبط مع منع

الضوء أي أن درجة حرارة الخزن تكون ثابتة 5م وان انخفاض توافر الأوكسجين ليست مضمونه بسبب خفض الأوكسجين في فراغ العبوات خلال عمليات التعبئة ومن العوامل الحرجة هي نسبة المنتجات العالية الى الفراغ وغشاء التعبئة لحالبة نفاذية الأوكسجين المنخفض فالعوامل الخارجية الذي يؤثر على قابلية ثبات اللون خلال التعبئة والخزن وان اللحم المعبأ تحت ظروف جوية محورة يكون معقد وديناميكي وان الأنماط المستعملة لوصف كيفية التغيرات الجوية للتعبئة وكيف تؤثر تلك التغيرات على نوعية المنتجات وقابلية حفظها، التغيرات الديناميكية في التركيب الكيماوي لغاز الفراغ خلال الخزن كوظيفة لسرعة انبعاث الغاز لمواد التعبئة، التركيب الكيماوي للغاز الأولي، المنتجات والتعبئة وامتصاص الغاز في اللحوم والتغيرات النوعية في اللحوم كوظيفة للتعبئة والخزن مثل درجة حرارة الخزن، التركيب الكيماوي للغاز وتعرض الضوء، قابلية حفظ المنتج للحوم.

نفاذية أغشية التعبئة: تحصل تغيرات في التركيب الكيماوي للغاز في الفراغ بسبب العديد من العوامل فأن التبادل الغازي مع البيئة يحدث فوق غشاء التعبئة عندما الضغط الجزئي للغاز يختلف على الجانبين من الغشاء وان كمية الغاز الذي يمكن حسابها أ= ب × ج × د × هـ، حيث أن أ هو كمية الغاز الذي ينفذ الغشاء (م^{2})، ب هي نفاذية غشاء التعبئة (سم^{32}\ م^{2}\ 24 ساعة| جو)، ج هو الفرق في الضغط الجزئي الغازي على الجانبين من الغشاء (جو)، د هو وقت الخزن (24 ساعة) و هـ هو مساحة التعبئة (م^{2})، الغازات المختلفة تملك قابلية نفاذية مختلفة من خلال الغشاء نفسه والأغشية التقليدية فأن قابلية النفاذية لثاني اوكسيد الكربون هي 4-6 إضعاف اكبر من ذلك للأوكسجين و12 – 18 مرة اكبر من ذلك للنتروجين وان قابلية النفاذية للغشاء البلاستيكي يتناسب طرديا الى السمك الغشاء ومضاعفة سمك الغشاء يساوي نصف قابلية نفاذية الغشاء وتتأثر قابلية نفاذية الغشاء بواسطة درجة حرارة الخزن والرطوبة النسبية.

امتصاص الغاز في اللحوم: يتغير التركيب الكيماوي لغاز الفراغ بسبب امتصاص الغاز في اللحوم والتعبئة في مستويات مرتفعة من ثاني اوكسيد الكربون ناتج في كميات كبيرة من ثاني اوكسيد الكربون الممتص في اللحوم الذي تغير من التركيب

الكيماوي للغاز المطبق وامتصاص الأوكسجين والنتروجين قليل جدا مقارنة الى امتصاص ثاني اوكسيد الكربون وان أنماط قابلية الذوبان لثاني اوكسيد الكربون كوظيفة للتعبئة ومتغيرات الخزن مثل نسبة المنتج الى حجم الفراغ، درجة الحرارة ومستوى ثاني اوكسيد الكربون الأولي وأنماط قابلية ذوبان ثاني اوكسيد الكربون كوظيفة للمتغيرات التركيبية المختلفة مثل النشاط المائي، الأس الهيدروجيني، البروتين، الدهن ومحتوى الرطوبة، وكذلك امتصاص الغاز، التوازن الذي يحصل عليه خلال أول أو ثاني يوم لايض اللحوم أو الميكروبي الذي يسبب تغيرات طفيفة في التركيب الكيماوي للغاز بواسطة استعمال الأوكسجين وإنتاج ثاني اوكسيد الكربون، ويحصل تغير في الأوكسجين الجوي تحت ظروف تعبئة مختلفة وظروف خزن مختلفة عن الضغط الجوي الأولي وتقيم تأثير ذلك على التفاعلات النوعية والنمو الميكروبي وقابلية ثبات اللحوم المقددة وان آلية تغيرات اللون في اللحوم الطازجة واللحوم المقددة الذي تختلف كليا، يمكن دراسة قابلية ثبات اللون للحوم الأبقار الطازجة تحت ظروف خزن وتعبئة مختلفة وفي كل الحالات فأن قياس اللون يمكن انجازه باستعمال جهاز قياس اللون Minolta colorimeter CR-300 عندما تتم تعبئة اللحوم الحمراء الطازجة مرتفعة الأوكسجين الضغط جزئيا الذي تستعمل لثبات المايوكلوبين في الشكل المتأكسد الأحمر البراق أو ما يسمى oxymyo globin، وان ارتفاع مستوى الأوكسجين يزيد التفاعلات المتلفة للحوم وخاصة أكسدة اللبيدات وعندما يكون مستوى الأوكسجين الموجود مقبول فأن قابلية ثبات اللون وأكسدة اللبيدات الذي تختلف باختلاف ظروف الخزن والتعبئة المختلفة ويمكن دراسة تأثير التعبئة والخزن المختلفة على قابلية ثبات اللون وأكسدة اللبيدات في اللحوم وتأثير الضوء المرتفع كنتيجة وقت العرض الى الأشعة الومضية، فأن كل التغيرات في اللون تكون سالبة أي أن اللون يصبح اقل احمرار مقارنة الى لون البداية وان التغير يكون محسوب كمنتج لأربع متغيرات هي اليوم، درجة الحرارة، الضوء والأوكسجين الذي تتألف من عدد واحد سالب وثلاثة إعداد موجبة وان التغيرات تكون نسبية وتأثيرها على العوامل الفردية الممكن تفسيرها عندما تتغير درجة الحرارة من 2 م الى 8 درجات مئوية وان تأثيرات وقت الخزن ودرجة الحرارة مهمة جدا وان تأثير الضوء يكون ثانوي مع زيادة في وقت التعرض الى الضوء الذي ينتج في انخفاض اللون وهناك تأثير لمستوى ثاني اوكسيد الكربون هو 40 – 80% والذي تستمر الى ان تصل حالة ثابتة، عند تعبئة

منتجات اللحوم المقددة من المهم جدا حفظ الأوكسجين والضوء المعرض الى اقل ما يمكن وان قابلية ثبات اللون للحم الخنزير المقدد تحت ظروف خزن وتعبئة مختلفة وتحصل تداخلات بين العوامل المختلفة مثل تداخلات مستوى الأوكسجين ونسبة حجم الفراغ الى المنتج.

العوامل المؤثرة على قابلية ثبات اللون في اللحوم

1. **اللحوم الطازجة:** هناك تباينات كبيرة في قابلية ثبات اللون بين اللحوم من مصادر مختلفة لها تأثير على تطور أنماط اللحوم المختلفة وتبين أنواع اللحوم المختلفة وتبايناتها بسبب محتوى المايوكلوبين المختلف ونوع الايض المختلف وان محتوى المايوكلوبين يكون اكبر في لحوم الأبقار يليه الخروف ومن ثم الخنزير واللون للحم الخنزيرأكثر ثبات من الأجناس الاخري وان شرائح اللحم من عضلات Longissimus dorsi الذي تملك قابلية ثبات للون عالية والشرائح من عضلات Semi-membranosus ذات قابلية ثبات لونية متوسطة وان الحيوانات مختلفة الأعمار، السلالة والتغذية تبين فروقات في قابلية ثبات اللون، وهناك تغيرات في تفاوت اللون في قابلية ثبات اللون بين اللحوم من المصادر المختلفة وهناك مدى من العوامل الداخلية الذي تؤثر على الموازنة التاكسدية في اللحوم الخام وقابلية ثبات اللون للحوم، وان قابلية الثبات التاكسدية للعضلات تعتمد على التركيب الكيماوي، التركيز والنشاط على:

أ. أكسدة المادة الأساس مثل اللبيدات، البروتين والصبغات.

ب. العوامل المحفزة للأكسدة مثل مولدات الأكسدة مثل المعادن الانتقالية والإنزيمات المختلفة.

ج. مضادات الأكسدة مثل فيتامين E والإنزيمات المختلفة.

2. **اللحوم المقددة:** هناك العديد من العوامل الداخلية الذي تؤثر على قابلية ثبات اللون لمنتجات اللحوم المقددة – النتريت وان معظمها مهم هو مستوى النتريت ومحتوى فيتامين التوكوفيرولات وان امثل قابلية ثبات للون يمكن انجازها

باستعمال العديد من العوامل لا وهي العوامل الداخلية والخارجية وان زيادة النتريت يزيد من قابلية ثبات اللون.

ثالثا: الفواكه: اللون في الفواكه والخضراوات بصورة رئيسية بسبب ث عوائل من الصبغات هي الكلوروفيلات، الكاروتينويدات والانثوسيانينات المسؤوله عن اللون الأخضر، الأحمر – الأصفر، الأحمر الى الأزرق – الشاحب على التوالي وان الدور الرئيسي لتلك الصبغات في الفواكه خلال اللون الخارجي للمنتجات وهي جذابة للحشرات والحيوانات لضمان انتشار البذور وقد يكون الإنسان جذاب الى لون الفاكهة وهو صفة مهمة في تقدير قبولية أي نوع من الفواكه وهذا السبب يمكن معرفة العمليات الكيموحيوية والفسيولوجية للتخليق الحيوي ويهدم للصبغات النباتية من الخطوات الأساسية لفهم الآليات المسؤولة عن الصبغات المختلفة في الفواكه ومن المفيد التعرف على التركيب الكيماوي اعتمادا على الحالة الفسيولوجية للفواكه ومعرفة التركيب الكيماوي للصبغة في الفواكه والتعرف على التأثيرات المحتملة بعد الجني وتأثير ذلك على قابلية الحفظ، الكلوروفيلات، الكاروتينويدات والانثوسيانات مسؤولة عن لون الفواكه ولا يوجد هنالك نمط منفرد للتركيب الكيماوي للصبغة الذي يقدر بواسطة التخليق الحيوي والمسالك الهدمية الذي تحدث بعد الجني للفواكه الناضجة وان دراسة وتحليل التركيب الكيماوي للصبغات في الفواكه يجعلها من السهل التميز بين الأنواع المختلفة من الفواكه وفي بعض الحالات من الممكن إيجاد تقسيم لثلاث عوائل من الصبغات في الفواكه الناضجة إلا أن في حالات أخرى نوع واحد أو نوعين فقط من الصبغات يمكن وجودها وجزء من الفواكه غير الناضجة الذي تملك اللون الأخضر بسبب وجود الصبغات الكلوروبلاستية مثل الكلوروفيلات والكاروتينويدات والفواكه الناضجة تصنف الى أربع مجاميع طبقا الى التركيب الكيماوي للصبغات وهي:

1. الفواكه مع اختفاء كلي للكلوروفيلات الذي تملك لون اصفر مميز بسبب الكاروتينات والزانثوفيلات الذي يتم نزع اللون الأخضر مثل الموز و planbtain

2. الفواكـه مـع تخليـق حيـوي للكاروتينويـدات ويشـار لهـا الفواكـه المولـدة للكاروتينويـدات carotenogenic مثـل الطماطـة، الفلفـل الأحمـر، البرتقـال و persimmon.
3. الفواكه تخليق حيوي للانثوسيانات مثل العنب، التفاح، الزيتون، الرمان، التـوت الأحمر، الشليك.
4. الفواكـه مـع حجـز الكلـوروفيلات بعـد الإنضـاج مثـل الكيـوي، الاوفوكـادو والكلوروفيلات الباقية بعد الجني مثل الفلفل الأحمر، الطماطة الخضراء.

توزيع الكاروتينويدات بين المجاميع المختلفة من النباتات لا يتبع نمط منفـرد في الأنسجة النباتية الخضراء وان صنف ومحتوى صبغات الكاروتينويدات يتبع نمط عـام مـرتبط مـع وجـود الكلوروبلاسـتيدات مـع بيتـا كـاروتين يشـكل 25– 30% مـن الكاروتينويدات الكلية يليه بواسطة مجموعة من الزانثوفيلات مثـل الليـوتين مـن 40 – 45%، violaxanthin من 10– 15% و neoxanthin من 10-15% الموجودة في معقـدات antenna المجنبـة بوجـود الضـوء وان الزيـازانثين، بيتـا كربتـوزانثين و antherxanthins توجد كذلك بكميات معنويـة تحـت ظـروف كمكونـات مـن دورة الزانثوفيل الحمايـة الضـوئية في الفواكـه والأنسجة غـير الخضـراء الأخـرى مثـل الإزهـار والزانثوفيلات توجد اعتياديا بكميات كبيرة وان كاروتينويدات الفواكه تظهـر أعظـم تباين مع وجـود تركيـب بنـائي دخيـل وان apocarotenoids الـذي فيهـا مجموعـة نهاية واحدة يمكن نزعها وهي شائعة في الفواكه مثـلβ-citraurin في الحمضيـات وان الكاروتينويدات في الفاكهة الناضجة تكون مختلفة عـن تلـك الموجـودة في الفاكهـة غـير الناضـجة والخضـراء، التركيـب الكيمـاوي للكاروتينويـدات معقـد جـدا وفي جـنس Capsicum annuum أكثـر مـن 25 كاروتينويـد يمكـن الكشـف عنهـا بواسـطة كروماتوكرافيا الانجاز العـالي والعديـد مـن تلـك المركبـات تمكـن مـن التعـرف عليهـا وعنـدما أسـترات الأسـيل والمتنـاظرات الهندسـية تتضـمن ماعـدا في المـانغو مـن جنسMangifera indica والكاكي persimmon مـن Diospyros kaki، وان بيتا كربتوزانثين وزيا زانثين هي الصبغات الرئيسية وفي الطماطة Lycopersicon esculentum الكاروتينويد الرئيسي هو الليوكوبين وهو كاروتين وفي بعض الفواكـه فانه تحتوي كاروتينويد يكون محدود كليا أو تقريبا كليا الى أجناس نباتية منفردة وان

Capsanthin و capsorubin توجد تقريبا في الفواكه الناضجة من جنس capsicum وهي مسؤوله عن اللون الأحمر الجذاب، الفواكه البرتقالية من جنس Citrus sinensis الذي تحتوي كميات مختلفة من β-citraurin و β-citranaxanthin وكلاهما من apocarotenoids مع بيتا كربتوزانثين، الليوتين، انثيرازانثين، violaxanthin وكميات قليلة جدا من مولدات الكاروتين، وجود وتوزيع معظم صبغات الكاروتينويد الشائعة موجودة في الفواكه والخضراوات وبصورة عامة في الأغذية، اللون الأخضر المميز للفواكه غير الناضجة بسبب وجود الكلوروفيلات والكاروتينويدات وعندما يبدأ النضج، تحدث هناك العديد من التغيرات الكيموحيوية المعقدة منها التركيب الكيماوي للصبغة والتغيرات في اللون الذي تتضمن العمليات الهدمية والتخليق الحيوية وخلال الإنضاج يستبدل الكلوروبلاستات تدريجيا بواسطة الكرومبلاست الحاوية الكاروتينويدات فقط وفي بعض الفواكه مثل كلوروفيلات الاوفوكادو من جنس Persea Americana والكيوي من جنس Actinidia chinensis تعاق في الثمرة للفاكهة الناضجة وفي معظم الكاروتينويدات في الفاكهة تصبح غير مقنعه وعندما يختفي الكلوروفيل عند الإنضاج غالبا ما يصاحبه من تخليق غير مقنع للكاروتينويدات وفي العديد من إنضاج الفواكه المرتبطة مع التخليق الحيوي الانثوسيانانات الذائبة الذي تتجمع في الأوعية المركزية من الخلايا الميزوفيلية، وان كل التركيب الكيماوي واللون تتباين في نفس الوقت وهناك مسالك كيموحيوية مختلفة جدا تتضمن لكل صنف من الصبغات هي الكلوروفيلات، الكاروتينويدات والانثوسيانات، التخليق الحيوي للصبغات الكلوروبلاستية يمكن ملاحظتها خلال تطور الفاكهة الذي تتوقف مع بدء الإنضاج ومن هذه النقطة فأن هدم الكلوروفيل والكاروتينويدات أو الانثوسيانانات.

تأثير عمليات التصنيع

والطرق المختلفة المستعملة لحفظ اللون الأخضر في الفواكه والخضراوات والتقنيات المطبقة هي السيطرة على الأس الهيدروجيني، استعمال الأملاح، السيطرة على المعاملات الحرارية، استعمال الجو المحور وارتباطاتها تحويل الكلوروفيل الى pheophytins عملية بسيطة والحوامض الضعيفة تكون كافية لتستحدث فقد ذرة

المغنيسيوم من حلقة porphyrinic واستبدالها بواسطة الهيدروجين وهذا التحويل مرتبط مع إزالة المعادن الإنزيمية وفقد مجموعة الفايتيل هي التفاعلات الشائعة الأخرى الذي بواسطته يتحول الكلوروفيل الى chlorophyllide والتحلل المائي لهذه المجموعة يتم بواسطة التحفيز الحامضي أو القلوي وان التفاعل يمكن أن يتم بواسطة تأثير إنزيم chlorophyllase ويعطي التحميض pheophorbide منزوع المعدن وهذه التفاعلات يمكن ملاحظتها للكلوروفيل a بالإضافة الى الكلوروفيل b وان حفظ المغنيسيوم في تركيب الكلوروفيل مهم لإنتاج نوعية الأغذية النباتية الخضراء وان المعاملة القلوية (عملية Blair) تمنع pheophyinization وتحسين قابلية حفظ المنتجات الحاوية كلوروفيل والسيطرة على الأس الهيدروجيني خلال تحضير الغذاء ومعقدات الكلوروفيل مع الزنك أو النحاس أكثر ثبات من الكلوروفيل– المغنيسيوم وخاصة معقدات الزنك الأكثر أهمية لأنها ذات طبيعة سامة لايونات النحاس واستبدال المغنيسيوم لواحد من تلك المعادن المستعملة لإنتاج الفواكه والخضراوات الخضراء عالية النوعية وان العملية المسماة Veri–Green تدمج ايونات المعادن الى غطاء العلبة واللون الأخضر من المنتجات المستحصل عليها تعزى الى تكوين pheophytin الزنك ومعقدات pyropheophytin وعند تسخين الأنسجة النباتية بوجود ايون الزنك فأن الكلوروفيل يتفاعل مع حوامض الأنسجة لتكوين pheophytin الذي يرتبط مع الزنك لتكوين pheophytin- الزنك أو ينزع منها كاربوميثوكسي لتكوين pyropheophytin الزنك.

1. السبانخ: العوامل المؤثرة هي الخزن في اثيلين جوي حيث أن خزن السبانخ ينتج نفس هدم الكلوروفيل في الهواء أو الاثيلين وان الفروقات بين الأنواع المختلفة مثل melody أكثر حساسية من tyee وفي ظروف الخزن، فأن نشاط الكاتاليز ينخفض والبيروكسيديز يزداد وان البيروكسيديز يلعب دوراً مهماً في هدم الكلوروفيل عندما تعرض العينة الى الفينولات وبيروكسيد الهيدروجين، إنزيم الكلوروفيل اوكسيديز وlipoxygenase تلعب دوراً مهماً في أكسدة الكلوروفيل بوجود الأحماض الدهنية والأوكسجين وان الكلوروفيلات تكون blanched بوجود الكلوروفيل اوكسيديز أو lipoxygenase وبعض الأحماض الدهنية والأوكسجين وان مضادات الأكسدة مثل اسكوربيل بالميتيت

وحامض الاسكوربيك تخفض bleaching ومعاملة السبانخ بدرجة حرارة مرتفعة ووقت قصير يظهر كروماتوكرافيا الانجاز العالي بأن المعاملة الحرارية تستحدث تكوين 12 مشتق من الكلوروفيل حيث يتحلل أو يهدم الكلوروفيل الى pheophytins و pyropheophytins وهي تشبه هدم chlorophyllides لتكوين pheophorbides و pyropheophorbides وأربعة من 12 قمة تكون معروفة ككلوروفيل a، كلوروفيل b و chlorophyllides المقابل لها وان سرعة الهدم تتبع حركية التفاعل من الرتبة الأولى وان الهدم النسبي للكلوروفيل a مع b يظهر بأن هدم الكلوروفيل a هو من 2 – 6 مرات أسرع من كلوروفيل b اعتمادا على درجة الحرارة وان نفس الحالة يمكن ملاحظتها في حالة chlorophyllide a الذي يهدم من 1-3 مرات أسرع من chlorophyllide b اعتمادا على درجة الحرارة التصنيع من 80-115م بدرجة حرارة عالية فأن الفروقات تكون اقل شيوعا واقل تحلل كيماوي لكل من كلوروفيل a و chlorophyllide a الذي تحدث خلال المعاملة الحرارية بدرجة حرارة عالية ووقت قصير الذي تقترح بأن هذه المعاملة تستعمل لزيادة محتوى الصبغة لأقصى قيمة بعد عمليات التصنيع، ومعلومات سرعة تفاعلات المقارنة بدرجة 115م فأن هدم chlorophyllide a يكون ضعف أسرع من الكلوروفيل a و هدم chlorophyllide b أربع إضعاف أسرع من الكلوروفيل b وان هدم chlorophyllide a يكون من 2-3,7 مرة أسرع من كلوروفيل a و chlorophyllide b يكون 4,1-4,9 مرة أسرع من كلوروفيل b بدرجة 145م على التوالي وان chlorophyllides تكون أكثر تغير الى المعاملات الحرارية من الكلوروفيلات وعلى الأقل مع أوراق السبانخ فأن chlorophyllides تظهر قابلية ثبات اخفض من الكلوروفيلات والسيطرة على نشاط chlorophyllase المستعمل كطريقة لحفظ اللون الأخضر وان عدم نشاط الإنزيم ملائم لعملية green artichokes ومعاملة التسخين القاسية تستحدث تفاعلات إزالة الكاربوكسيل لإنتاج pyropheophorbides.

2. أوراق parsley: والذي تتأثر بواسطة الاثيلين الجوي والجو المحور حيث توجد هناك فروقات بين الهواء أو الاثيلين (10 جزء بالمليون) من الأوراق المخزونة بدرجة 10م والكلوروفيل a يخفض في نفس السرعة ويصل حوالي 36% من

المستوى الأصلي بعد 5 أيام من الخزن وان الكلوروفيل يكون أفضل حجز تحت جو مسيطر عليه هو 10% أوكسجين و10% ثاني اوكسيد الكربون.

3. أزهار البروكلي: الذي تتأثر بواسطة الجو المحور وان الجو المسيطر عليه هو 2% أوكسجين مع 6% ثاني اوكسيد الكربون لإطالة قابلية الحفظ للإزهار من 4 أسابيع في الهواء الى 6 أسابيع، خلال الخزن، فأن التلوين الأصفر يتطور عند سطح القطع للساق تحت تأثير الجو المسيطر عليه وليست في الهواء وان تفاعل الكلوروفيل أكثر تحت الجو المسيطر عليه من في الهواء بدرجة 4م كما هو موضح في التقييم الحسي للون بينما تؤثر المعاملة بالضغط المرتفع والتسخين حيث تسبب هدم الكلوروفيل الذي تتبع حركية هدم الرتبة الاولى وان الكلوروفيل a اقل ثبات حراري من الكلوروفيل a وان سرعة الهدم تعتمد على درجة الحرارة وهناك علاقة بين الكلوروفيل a، الكلوروفيل b ومحتوى الكلوروفيل الكلي وان طاقة التنشيط تكون 63، 80 و67 كيلو جول\جزيئة على التوالي، الكلوروفيلات تظهر قابلية ثبات تجاه العمليات الضغطية وحتى بعد أوقات المعاملات الحرارية لمدة 4 ساعة بدرجة 800 MPa وبدرجة 40م وان معاملات الضغط العالي المرتبط مع درجات حرارة تزيد عن 50م تملك انخفاض معنوي في تركيز الكلوروفيل وان عمليات الضغط العالي اقل من 50م يمكن أن تعطي فوائد رئيسية كطريقة حفظ في المقارنة مع عمليات البسترة التقليدية للحصول على منتجات خضراوات الذي تحفظ اللون الأخضر الطازج الأصلي لها، ويتأثر الاخضرار بواسطة الضغط بدرجات حرارية منخفضة من 30-40م وفي 800 MPa الأكثر ارتفاع بدرجة 50 -60م حيث يكون الهدم من الرتبة الأولى للون الأخضر الممكن ملاحظته فقد الاخضرار يقترح أن يكون بسبب تحويل الكلوروفيل–pheophytin مع هدم pheophytin الذي يهدم بدرجة حرارة عالية أكثر من 70م ولعصيرها فأن عمليات الضغط العالي تكون في ارتباط مع درجة الحرارة اقل من50م الموصى بها في حين أن الهدم للون الأخضر يكون محدود وان معاملة الضغط في 800MPa وبدرجة حرارة 50م يسبب فقد الاخضرار 10%.

4. الفاصوليا الخضراء: تتأثر بالجو المحور وان ظروف الجو المسيطر عليه يقيم في هواء 21% أوكسجين، 5% أوكسجين\ 3% ثاني اوكسيد الكربون، 3%

أوكسجين\ 3% ثاني اوكسيد الكربون، 1% أوكسجين\ 3% ثاني اوكسيد الكربون والخزن في الهواء وان pheophytin a هو مركب هدم رئيسي عندما الفاصوليا الخضراء تخزن 6 أيام بدرجة 8 وتنقل الى 20م لمدة 2 يوم والنتيجة هي تعجيل في تحليق الكلوروفيل a حيث أن العينة تدام بدرجة 14 يوم تفقد الكلوروفيل a، والخزن في جو مسيطر عليه فأن الجو 5% أوكسجين\3% ثاني اوكسيد الكربون تنتج أكثر تجمع من الكلوروفيل a والكلوروفيل b مقارنة الى تقديرات الجو الأخرى وان نسبة الكلوروفيل a\الكلوروفيل b تملك أقصى قيمة في 6 أيام من الخزن(5: 85) الذي تشير الى أن تحليق الكلوروفيل a أكثر أهمية من تحليق الكلوروفيل b في تلك الأنسجة وان الجو يحتوي 1% أوكسجين\3% ثاني اوكسيد الكربون، الزيادة في قابلية الحفظ للفاصوليا الخضراء المخزونة في مكان بارد الى 2 يوما البراعم الزهرية تظهر مظهر جيد ونسجه جيدة ولا تلاحظ أعراض التبريد وان فقد اللون في الفاصوليا الخضراء ينخفض مع انخفاض مستوى الأوكسجين في ارتباط مع تركيز ثاني اوكسيد الكربون والدرجة الحرارة 8 م مع 1% أوكسجين في جو مسيطر عليه مفيد لحجز نوعية المنتج بعد الجني للفاصوليا الخضراء وان التأثيرات المفيدة لا تلاحظ عندما الفاصوليا الخضراء تنقل الى الهواء بدرجة 20م وان عملية Veri–Green للنباتات الخضراء يمكن أن تملك لون اخضر مقارنة مع السيطرة وان الفاصوليا الخضراء والسبانخ المنتجة بواسطة هذه العملية تجعل تركيز الزنك في المنتج لا يزيد عن 75 جزء بالمليون وان عملية Veri –Green لا يمكن نجاحها لان كمية الزنك اللازم لإنتاج اللون المقنع بعد العملية ناتج في تركيز الزنك فوق الحد المسموح به وهو 75 جزء بالمليون وان الايونات الموجبة ثنائية التكافؤ تنخفض الأس الهيدروجيني للأنسجة النباتية بواسطة الارتباط مع مادة البكتين وإزاحة ايونات الهيدروجين وبواسطة التحلل المائي وان المنظفات سالبة الشحنة مثل SDS تزيد الشحنة السالبة لسطوح غشاء الكلوروبلاست الذي تنتج في تجمع ايونات الهيدروجين وزيادة في تكوين pheophytin وان المنظفات موجبة الشحنة مثل cetyltrimethylammonium bromide تخفض شحنة السطح السالبة لسطوح الغاشية وتنافر الايونات الهيدروجين وانخفاض هدم الكلوروفيل وان المنظفات المتعادلة مثل Triton X-100 تزيد حجز الكلوروفيل خلال

التسخين بواسطة إزاحة الفوسفو لبيدات المشحونة بالشحنات السالبة والبروتينات.

5. فاكهة الكيوي: تتأثر بالتعليب والتجميد وعلى الأقل 12 مركب كلوروفيل موجود في شرائح الكيوي المعلبة وان الكلوروفيلات a,b لا توجد في المستخلصات من شرائح الكيوي المعلبة الذي تملك مظهر اصفر- اسمر وانb phyropheophytin المنتج الأكثر أهمية من هدم الكلوروفيل وان pyropheophytins b,a الموجودة في الكيوي المعلبة وان b توجد في شريطين مقابلة الى المعقدات المعدنية- الزنك من pheophytins a و pyropheophytin a وان الشرائح المجمدة تملك نفس الخواص اللونية ومظهرها لتكون فاكهة طازجة مع عدم وجود تغيرات معنوية في الصبغة، وكذلك تتأثر بواسطة تجزئة الفاكهة كالعصير والبذور والشرائح حيث انه يستخلص الكلوروبلاستيتات تحت تأثير ظروف حامضية طبيعية للفاكهة وهذه العملية تنجز في وقت قصير كافي بان يجعل التحويل معنوي للكلوروفيل وخاصة الكلوروفيل a الذي لا يحدث تكوين pheophytin ويمكن إعادة ذوبان المواد أو الكلوروفيلات المستعملة كمضافات في المنتجات الغذائية وان كمية محتوى الكلوروفيل في الايس كريم لا تنخفض أكثر من 14 شهرا وان مستخلص الكلوروفيل المستعمل لتحضير sorbet وهو منتج عصير حامضي الذي يكون ثابت لمدة لا تقل عن 7 شهور في الخزن والكلوروفيل في الايس كريم لا يحصل لها هدم حتى بعد 14 شهرا من الخزن، فاكهة الكيوي عندما تصنع الى منتجات مختلفة فأن الشرائح المعلبة في العصير، الفاكهة المجمدة والشرائح والعصائر والنبيذ ففي فاكهة الكيوي المعلبة فأن التغيرات القاسية في الكلوروفيل يمكن ملاحظتها بالإضافة الى منتجات الخضراوات المعلبة الذي تكون فيها & b pyropheophytins a مشتقات كلوروفيل رئيسية وهذه المشتقات يمكن ملاحظتها في المواد النباتية المعرضة الى blanched أو المطبوخة في فرن موجات قصيرة.

6. **Braasica**: تتعرض الى تعليب وخزن بدرجة حرارة مبردة فلا يحصل فقد يذكر أي يحصل فقد 2% من الكلوروفيل الموجود حالا بعد التعليب وبعد 6 شهور من الخزن للبراسيكا المعلبة بدرجة حرارة الغرفة من 10-39م ودرجة حرارة

منخفضة من صفر الى 4م حيث يكوون الفقد المئوي للكلوروفيل هو 40– 50% اعتمادا على النوع وخلال الخزن للبراسيكا المعلبة فأن حجز الكلوروفيل يكون أفضل قليلا بدرجة صفر– 4م من في 10– 39م ولأفضل حجز للكلوروفيل فأن المنتج يخزن بدرجة حرارة منخفضة من صفر الى 4م وان المادة الخام تحتوي محتوى مرتفع من الكلوروفيل وتعرض الى حرارة لإدامة الوقت الممكن وهناك حاجة لنمو أنواع جديدة مع محتوى مرتفع من الكلوروفيل.

7. أوراق البطاطا الحلوة: عندما تطبخ باستعمال الموجات القصيرة فأن الكلوروفيل a يتحول تدريجيا الى a^{-} وهو مناظر الى كلوروفيل a و pheophytin a بينما الكلوروفيل b يتحول الى b^{-} وتكوين pheophytin a من الكلوروفيل b لا يمكن ملاحظته وان الكلوروفيل a^{-} والكلوروفيل b^{-} وان الابيميرات ذو 10 ذرات كربون من الكلوروفيل a والكلوروفيل b تزداد خلال الطبخ بالإضافة الى سرعة تحطيم الكلوروفيل a^{-} والكلوروفيل b^{-} أكثر من سرعة تكوين الكلوروفيل a^{-} والكلوروفيل b^{-} عندما يصل وقت التسخين الى 4 دقيقة بينما تأثير الأملاح والمنظفات فأن الأس الهيدروجيني ينخفض بواسطة تأثير الايونات الموجبة ثنائية التكافؤ مثل المغنيسيوم والكالسيوم والباريوم إلا إنها فقط تتأثر قليلا بواسطة الايونات الموجبة أحادية التكافؤ وتكوين معقد الزنك بوجود الايونات الموجبة المضافة بسبب تأثير انخفاض الأس الهيدروجيني وان المنظفات مثل Tween 80,CTAB,triton X-100 تخفض كمية الزنك – pheophytin a المتكونة بواسطة 49، 56 و 82% على التوالي وان تكوين معقدات الزنك لا تتأثر بواسطة السكريات مثل السكروز، الكلوكوز، والفركتوز أو الايونات السالبة مثل ايونات الكلوريد، الكبريت، اللاكتيت، الخلات والبروبيونيت، الماليت، التارتاريت، الستريت، الفوسفيت و EDTA ويحصل انخفاض معنوي في كمية الزنك – pheophytin a المتكونه بواسطة 19، 20، 84، 85 و 100% على التوالي بينما في حالة ايونات الثايوسيانات، البنزويت، الاوليت والكابريايت تزيد منن تكوين معقد الزنك بمقدار 1,3، 1,3، 2,7 و 3 مرات على التوالي وان الكلوروفيل a لا يمكن الكشف عنه في أي عينة.

8. الخضراوات الخضراء: يحصل تأثير الأس الهيدروجيني على تكوين معقدات الزنك الذي تزداد بين أس هيدروجيني 4 و 6 الذي يصل أقصى قيمة بين أس

هيدروجيني 6 و 8 وان تكوين معقد الزنك يخفض قيم الأس الهيدروجيني أكثر من 8 وهذه النتائج تطابق الدراسات السابقة الذي توكد بأن اكبر قابلية ثبات للكلوروفيل تحت تأثير ظروف الأس الهيدروجيني المرتفع وان تكوين معقدات الزنك في الخضراوات الخضراء المعاملة حراريا قبل هدم الكلوروفيل لتكوين pheophytin، الخضراوات الخضراء الذي تحتوي زنك مضاف ومصنعه تحت تأثير ظروف أس هيدروجيني مرتفع يحجز الكلوروفيل وانه يمكن أن يحتوي اقل كمية من معقدات الزنك من مشتقات الكلوروفيل وانه يمكن أن نتوقع بأن تحسين اللون في الخضراوات الخضراء مصنع هذه الطريقة يكون فقط ذا أهمية بسبب قابلية الثبات المنخفضة من الكلوروفيل مقارنة الى معقدات الزنك وان عمليات التصنيع للفاكهة والخضراوات بواسطة الانجماد ناتجة في منتجات عالية النوعية للون الجو المحور يخفض سرعة هدم الكلوروفيل وهذا التأثير مرتبط مع تثبيط الإنزيمات التاكسدية وبواسطة انخفاض في سرعة التنفس وان معاملة الضغط المرتفع هي فكرة جيدة عندما درجة حرارة المعاملة الحرارية لا ترتفع عن 50م أي أن العوامل تحسن من قابلية حفظ المنتجات المختلفة إلا أن الإطالة قصيرة ولا تكون أكثر من بضع أسابيع.

9. البزاليا: تتأثر بواسطة الأس الهيدروجيني وبدون السيطرة على الأس الهيدروجيني فأن الأس الهيدروجيني للعينة ينخفض تقريبا 1 خلال عملية التصنيع وفي نفس الوقت فأن سرعة هدم الكلوروفيل أسرع في أس هيدروجيني منخفض وان سرعة الهدم تتبع تفاعلات حركية الرتبة الأولى الذي لا تعتمد على الأس الهيدروجيني إلا أن ثوابت السرعة تكون مختلفة وان هدم الكلوروفيل a 2,5 مرة أسرع من الكلوروفيل b الذي لا يعتمد على الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة وان طاقة التنشيط لا تعتمد على الأس الهيدروجيني والذي تكون 17,5 و 17 للكلوروفيل a والكلوروفيل b على التوالي وانه يوصي بالسيطرة على الأس الهيدروجيني لحفظ لون الكلوروفيل في البزاليا بينما تسخين pea puree يسبب هدم الكلوروفيلات a,b في pea puree الذي يتبع تفاعلات حركية الرتبة الأولى والتغير في القيمة a (اللون الأخضر المرئي) في البزاليا الخضراء المصنعة حراريا الذي تكون وظيفة وقت التسخين بدرجات 70، 80 و 90م وان المتغيرات الحركية لفقد اللون الأخضر كليا بين تلك الكلوروفيلات a,b الذي تشير بأن فقد اللون الأخضر

يكون لجميع الأنواع من الكلوروفيلات وان هدم الكلوروفيل a يحدث حوالي ضعفين أسرع من ذلك في الكلوروفيل b وان القيمة a مقاسه بواسطة جهاز قياس اللون في الصفات الفيزياوية المطبقة الذي تصف فقد اللون الأخضر في البزاليا الخضراء بينما blanching وإضافة الزنك تسبب علاقة بين الزنك المضاف والزنك الممتص بواسطة البزاليا وان تلك العملية تنجز بدرجة 83م لمدة 5 دقيقة\300 ملغم\لتر من كلوريد الزنك وان pheophytin a – الزنك المتكون والمهدم خلال المعاملات الحرارية بينما pyropheophytin a – الزنك يتكون فقط مع وقت التسخين وزيادة الحرارة وان كل الأنسجة المعاملة بالزنك تظهر تحسين في اللون وان التغيرات في القيم الانعكاسية يتطابق مع زيادة وقت الحجز مع زيادة اللون الأخضر في العينات وللعينات المعاملة بالزنك في كل درجات الحرارة فأن الانخفاض في القيم المختلفة للون يمكن ملاحظتها الذي تشير الى إعادة اللون الأخضر وتحسين فقد اللون واستعمال الأملاح المعدنية يكون متغير لحفظ اللون الأخضر في الخضراوات، وفي تحضير pea puree فأن المنظفات تؤثر على تكوين معقد الزنك خلال تأثيرها على شحنة سطح الغشاء وان المنظفات السالبة الشحنة تزيد تركيز الزنك في سطوح الأغشية الذي تساهم في تفاعل مشتقات الكلوروفيل مع ايونات الزنك وان الثايوسيانات، البنزويت، الاوليت أو الكابريليت السالبة الذي تظهر تأثيرات متشابه للمنظفات السالبة الشحنة مثل SDS، التسخين الخفيف ينتج pheophytin كمنتج هدم الكلوروفيل الرئيسي وتغيرات اللون من الأخضر لبراق للكلوروفيل الى الأخضر الزيتوني لمركب pheophytin بينما المعاملة الحرارية المعتدلة مثل blanching تستحدث تكوين مشتقات ذو 10 ذرات كربون منزوعة الكاربوكسي ميثوكسي مركب pheophytin a & b وتحلل الكلوروفيل خلال تعليب الخضراوات وهي عملية ذو خطوتين الذي فيها يمكن الحصول على pyropheophytin المعاملة الحرارية بدرجة عالية مع وقت قصير تنتج في حجز جيد لكلوروفيل الفاكهة والخضراوات وإنتاج chlorophyllides بواسطة المعاملة الأنزيمية تقترح طريقة لحفظ اللون الذي تفترض قابلية ثبات أعلى من الكلوروفيلات.

10. اللهانه: تتأثر بوجود إنزيم الكلوروفيليز عند الخزن في الظلام لمدة 2 ساعة وان الفقد السريع في الكلوروفيل في اللهانه من Brassica oleracea

cv.L.Lennox تحدث خلال الأيام من 2– 3 الأولى من الخزن يتبعها بواسطة الزيادة في كمية pheophytin a,b وبعد الوصول الى أقصى في اليوم الثاني فان المستوى من pheophytin b,a تنخفض تدريجيا الذي تعطي ارتفاع في مستويات pheophprbide b,a وان التحويل البطيء في pheophytin الى pheophorbide تقترح بأن إزالة سلسلة phytol هي نتيجة التشقق الإنزيمي بدلا من التحليل الكيماوي ويمكن الكشف عن كمية معنوية من نشاط إنزيم الكلوروفيليز في اللهانه غيرالمصنعة الطازجة والذي تكوون كميتها 23 نانومول \ دقيقة\غم من الوزن الرطب وان تحويل pheophytin الى pheophorbide في اللهانه يكون معتدل بواسطة الإنزيم.

11. الخرشوف **Artichokes**: يتأثر بواسطة التسخين حيث انه بعد blanching في الماء المغلي، فأن نشاط الكلوروفيلات ينخفض مع وقت التسخين للأدنى بعد 8 ساعات وان الكمية الكلية من الصبغات الكلوروفيلية يمكن إدامتها لغاية 10 دقيقة وان الفقد الرئيسي للصبغات الكلوروفيلية تحدث في الخرشوف المعامل مع البخار وفي عملية بخار لمدة 6 دقيقة أو blanching لمدة 2 دقيقة بالموجات الدقيقة فأن الصبغة تنخفض الى 45 و64% على التوالي وان الأحماض العضوية الطيارة تفقد بسرعة في البخار في معاملة الماء المغلي بينما تلك الحوامض تحجز في المعاملة الحرارية الذي تؤدي الى زيادة تكوين pheophytin وان الوقت القصير من تسخين الموجات القصيرة يتضمن هذا التأثير وان أفضل لون ينجز مع الموجات الدقيقة لمدة 2 دقيقة وماء مغلي لمدة 8 دقيقة عند تعرض الخرشوف الى blanching من صنف Cynara scolymus L. والذي يستعمل لتثبيط نشاط الكلوروفيليز لتقليل ظروف التصنيع في الخرشوف الأخضر.

عمليات تصنيع الكاروتينويدات

أ. في الأنظمة النموذجية: الأغذية تكون أنظمة معقدة وسلوك مكوناتها لا يكون سهل وهي شائعة لدراسة المكونات المعزولة في الأنظمة النموذجية والدراسات

لقابلية ثبات الكاروتينويدات في الأنظمة النموذجية مثبت بصورة رئيسية على بيتا كاروتين وهي:

1. بيتا كاروتين: تستعمل بمستويات متغيرة من حامض اللينوليك وحامض الاسكوربيك وايونات النحاس حيث تستخدم مستويات عالية من حامض اللينوليك ودعم الأكسدة بينما وجود حامض الاسكوربيك وايونات النحاس تظهر نشاط مضاد للأكسدة بالإضافة الى أن حامض الاسكوربيك يثبط نشاط البيروكسيديز أما استعمال درجة حرارة 37م و5% ثاني اوكسيد الكربون ومستويات متغيرة من مضادات الأكسدة مثل BHT والضوء فأن الإضاءة العالية تستحدث هدم الذي يكون مثبط بواسطة مركبات مضادات الأكسدة وان الهدم يعدل بواسطة آلية الجذر الحر وان الأكسدة تستحدث بواسطة جذور البيروكسيد المتولد بواسطة 2,2¯-azobis أي 2,4- dimethylvaleronitril او ان التناظر في المذيبات القطبية وغير القطبية لان التناظر يكون عالي في المذيبات القطبية والمنتجات الرئيسية هي 13-cis-β-carotene.
2. بيتا – كاروتين واللايكوبين: يتم التسخين بدرجة 100م بأوقات مختلفة فان المنتجات الطيارة الرئيسية هدم البيتا كاروتين هي-5,6-epoxy-β-, ionone2,6,6¯-trimethylcyclohexanone, β-cyclocitral dihydroactinidiolide, والمنتجات الطيارة للايكوبين هي-2-methyl-2-hepten-5-one، geranial,pseudo-ionone,6-methyl-3,5-heptadien-2-one, ,neral، والمنتجات غير الطيارة هدم الكاروتينويدات هي-5,6,5¯,6¯-diepoxy-β-, aurochrome,mutatochrome carotene, 5,6-epoxy-β-careotene.
3. بيتا كاروتين و capsanthin المؤستر وغير المؤستر: والذي تضاء بدرجة 1000 Ix في المذيبات غير القطبية مثل الهكسانون الحلقي والقطبية مثل الايثانول والماء.

4. ألفا وبيتا كاروتين: يتم التناظر بواسطة الضوء، درجة الحرارة والايودين حيث أن المنتجات الرئيسية هي β-carotene– 13-cis& -9, 15-cis و15-cis- ,13-cis- & 9-cis-α-carotein.
5. صبغات الأقحوان: يحدث تأثير ضوء الشمس لمدة 8 ساعات\يوم في مستحلبات سائلة في الصمغ العربي أو صمغ النبات الشائك mesquite حيث أن صمغ النبات الشائك mesquite أفضل من الصمغ العربي في الحماية الضوئية للكاروتينويدات وان التأثير الحامي مرتبط مع طبيعة polyelectrolytic للصمغ والوظيفة كمرشحات شمسية والذي تعطي بعض الاستنتاجات هي الهدم والتناظر وهي تفاعلات شائعة في عمليات تصنيع الكاروتينويدات، الإضاءة، عمليات التصنيع ودرجة حرارة الخزن من العوامل المهمة الذي يمكن السيطرة عليها لتعطي منتجات عالية النوعية وان تفاعلات الجذور الحرة تتضمن عدم قابلية ثبات الكاروتينويدات ومضادات الأكسدة الأخرى أي الطبيعية أو المخلقة أو مكونات الأغذية المستعملة لحفظ متانة الكاروتينويدات ومن ثم أن كل كاروتينويد يملك سلوك خاص به في كل ظروف عمليات التصنيع أي أن دراسة الأنظمة تظهر بأن التناظر يكون أسهل في المواقع 9 ، 13 و15 من التركيب البنائي للكاروتينويد.

ب. في الأنظمة الغذائية: في عمليات التصنيع والخزن للأغذية الملونة فأن الكاروتينويدات تكون حساسة الى المعاملات:

1. عصير الجزر: أن التناظر الضوئي والهدم الضوئي تكون أبطأ من في النماذج المخلقة الذي تظهر حركية رتبة أولى للهدم ومن المناظرات الرئيسية هو 13-cis-β-carotene فالبسترة بدرجة 105م\25 ثانية أو 110م\30 ثانية أو 120م\ 30 ثانية أو التعليب بدرجة 121م\30 دقيقة فأن درجة 105م\15 ثانية تسبب تغيرات غير ملاحظة في الكاروتينويدات بينما درجة 110م\30 ثانية تسبب تحطيم 45% من بيتا كاروتين والمناظرات الرئيسية هي:

13-cis-,15-cis-,9-cis-&13,15-di-cid–β-carotene ولألفا كاروتين مشابه الى بيتا إلا أن المناظرات الرئيسية هي 15-cis-α-carotene بينما

هدم الليوتين يكون حوالي 30% وان المناظرات المتكونة هي 9-cis, 13-cis بينما في درجة 120م لمدة 30 ثانية فأنه يحصل فقد حوالي 48% من بيتا كاروتين وفي عمليات التعليب يزداد بيتا كاروتين وان المناظرات الرئيسية هي 9-cis-& 13,15-di-cis β-carotene– بينما في حالة ألفا كاروتين والليوتين يتحطم الجزء الأكبر منها.

2. الطماطة والخضراوات الخضراء: مثل السبانخ و broccoli والفاصوليا الخضراء والذي يتم تسخينها بدرجات حرارية مختلفة، فأن الغليان لمدة 1 ساعة يحطم كليا الابوكسي كاروتينويدات وان نظام الكاروتينويدات لا يتغير إلا أن الكمية تتغير.
3. الفلفل الطازج: تجفيفها يعطي الشطة وان التجفيف السريع ينتج تحطيم الكاروتينويد إلا أن التجفيف البطئ يستحدث تخليق الكاروتينويدات في أنواع الفلفل بألو balo ويزداد تخليق الكاروتينويد بواسطة الإضاءة بينما مستويات بيتا كاروتين كربتوزانثين وزيا زانثين و capsanthin تزداد إلا أن مستويات capsorubin, violaxanthin ينخفض.
4. المانغو: الشرائح والخزن تحت تفريغ أو تجميد بدرجة 040م لمدة 6 شهور من التعليب فأن تجميد المانغو يظهر نظام profile للكاروتينويدات مشابه الى الطازج إلا أن التعليب ينتج تغيرات كبيرة.
5. فاكهة الكيوي: تتضمن التجميد والتعليب للكيوي، يحدث تجميد للكيوي بدرجة -18م لمدة 6 شهور يظهر نظام للكاروتينويد مشابه الى الطازج إلا أن antheraxantgin يمكن الكشف عنه والكيوي المعلب يظهر نظام معقد بسبب تأثير الهدم.
6. البيض: تتضمن التسخين الغازي أو التجفيف الكهربائي وإضافة ألفا توكوفيرولات و oleoresin الفلفل، تسخين البيض يسبب هدم عالي للكاروتينويدات بسبب احتراق الغازات وان oleoresin الفلفل هو مولد للأكسدة وان ألفا توكوفيرول يثبت الكاروتينويدات.
7. الخضراوات التنزانية: تتضمن blanching بدرجة 95م لمدة 5 دقيقة أو الطبخ بدرجة 98م لمدة 15أو 30 أو 60 دقيقة والتخفيف الشمسي بدرجة 25م، حيث أن blanching يخفض مستوى بيتا كاروتينويد من ألفا كاروتين بينما

الطبخ يزيد من الكاروتينويدات المستخلصة والتجفيف الشمسي يخفض تركيز الكاروتينويدات أما العمليات الحرارية تزيد فيتامين A.

8. علف الدواجن المصبغ مع oleoresin الأقحوان: تتضمن إضاءة ضوء الشمس حيث أن العلف المعرض للشمس يظهر زيادة كفاءة التصبيغ ومرتبطة مع عمليات التناظر الذي تزيد مستويات شكل all-trans-lutein.

الهدم والتناظر: يكن ملاحظتها خلال عمليات التصنيع والخزن وان نماذج التناظر تكون مشابه الى تلك الملاحظة في أنظمة النماذج وان النموذج يعتمد على الكاروتينويد والغذاء المحلل وان درجة الحرارة المرتفعة والوقت القصير تكون ظروف مثالية خلال عمليات تصنيع الأغذية الحاوية كاروتينويدات، التعليب طريقة مزعجة وتسبب هدم بينما المعاملات المعتدلة مثل الغليان ينتج هدم كلي لأكثر الكاروتينويدات الحساسة مثل ابوكسي كاروتينويدات وان التصبن الثر تأثير على الزانثوفيلات من الكاروتينويدات وخلال التجفيف البطئ للفلفل هناك زيادة في الكاروتينويد الكلي لبعض الأنواع وليست للأنواع الأخرى وان الإضاءة تزيد إنتاج الكاروتينويدات وفي بعض المواد فأن الكاروتينويد الأحمر يزداد مثل capsanthin,capsorubin capsolutein، ويحصل تخليق الكروموجين خلال خزن الجزر في الظلام بدرجة 6م لمدة 60 يوما مع زيادة 11% في الكاروتينويدات الكلية من في البداية واعتمادا على حشوه الغذاء وظروف التصنيع الذي فيه نفس العمليات تنتج نتائج مختلفة تعتمد على ظروف عمليات التصنيع الخاصة، وان الانجماد والتعبئة في كبسولات من العمليات الجيدة الذي تنتج زيادة في قابلية الحفظ (جدول - 26) الانجماد هي طريقة جيدة لحفظ المنتجات الملونة الحاوية كاروتينويدات الذي تديم

جدول (26) تأثير عمليات التصنيع والخزن على بيتا كاروتين من الجزر

عملية التصنيع	النتائج
الانجماد التجفيف الهوائي	انخفاض 60% خلال 12 شهر من الخزن بدرجة -20م يسبب انخفاض لغاية 80% باستعمال 60 الى 70م تحت ظروف مثلى ثابتة باستعمال ميتا بآي سلفيت الصوديوم 0,6% لمدة 6 دقيقة وتجفيف هوائي بدرجة 150م لمدة 12,5 ساعة مع وقت

التجفيد	12 دقيقة الذي يسبب فقد 15,7%.blanching يرفع من حجز الكاروتين ويسبب فقد لغاية 45 – 55% خلال التجفيد وخلال الخزن ينخفض الكاروتينويد لغاية 27 % بدرجة -22م لمدة 7 شهور. يسبب هبوط غير معنوي لغاية 65%
التعليب الكبسولة الدقيقة	التجفيف بالرذاذ للمالتودكسترينات يحسن من قابلية الحفظ من 100 الى 200 مرة عندما يقارن مع عصير الجزر الذي يجفف بالرذاذ مع رفع درجة البلمرة.

معظم خواص المنتجات الطازجة وان الكيوي المجمد والطازج تملك 9¯-cis neoxanthin,trans- & cis –violaxanthin,auroxanthin ,lutein إلا أن الكيوي المجمد المخزون لمدة 6 شهور بدرجة -18م يملك antheraxanthin، التجفيف عملية مهمة ويجب السيطرة على ظروف التصنيع لتجنب وجود الجذور الحرة الذي يمكن أن تستحدث هدم الكاروتينويد واستعمال المواد القابلة للاحتراق العضوية الذي فيها غازات الاحتراق في اتصال مع المواد الخام الذي يجب تجنبها وفي عمليات سحب الماء المختلفة في الطماطة يمكن تقيمها (جدول -27) وفي هذا النموذج فأن التناظر من العمليات الشائعة وهذه العملية مهمة لأنها تزيد في متناظرات cis الذي تشيرالى فقد كفاءة الليوكوبين وان المعاملة الازموزية لا تؤثر

جدول (27) تأثير عمليات سحب الماء من الطماطة في قابلية ثبات الليوكوبين

عملية سحب الماء	ليوكوبين كلي	مستوى التناظر%
طماطة طازجة	75,5	صفر
معاملة ازموزية بدرجة 25م في 65 بركس سكروز لمدة 4 ساعة	75,5	صفر
مجفف تفريغ –ازموزي	73,7	6,5
مجفف تحت تفريغ بدرجة 55م لمدة 4-8 ساعات	73,1	10,1
مجفف هوائيا بدرجة 95م لمدة 6-8 ساعات	72,6	16,6

على النظام الازموزية للايكوبين والذي تظهر بأن المحلول السكري يبقى على الطبقة السطحية للطماطة لمنع الأوكسجين من اختراق وأكسدة اللايكوبين وان هذه النتائج تفيد لتطور تقتات سحب ماء جديدة لتحسين نوعية المنتج وفي تصبيغ صفار البيض وجلد دجاج الذبح فأن زيازانثين هو أفضل عامل تصبيغ من الليوتين وان زهرة الأقحوان من المصادر المهمة لصبغات هذا المجال في الصناعة الذي تكون غنية في الليوتين وان منتجات الأقحوان مع محتوى مرتفع من زيا زانثين مهم جدا في الصناعة والطريقة المتطورة الذي فيها المنتجات الحاوية ليوتين المعاملة مع محلول قلوي سائل قوي في نسبة ممثلة بين 25 و45% من الوزن ونسبة القلوي\تركيز الليوتين هي 0,3: 0,7 وان درجة الحرارة، الضغط وطول الوقت يمكن السيطرة عليها الذي تتفق مع التناظر المرغوب واستعمال الجوي المثالي لتجنب هدم الكاروتينويدات وان عمليات التصنيع المنزلية مثل الطبخ تكون أساسية لزيادة توافر فيتامين A وفي عمليات التصنيع الغذائي فأن المضافات الطبيعية تعطي صفات لتثبيت الكاروتينويد وتحت بعض الظروف فأن الإضاءة مفيدة وكفاءة التصبيغ يمكن زيادتها وان أفضل نظام ازموزي ينتج بعد المعاملة الفيزياوية.

إنتاج الكاروتينويدات في المفاعلات الحيوية bioreactors: الأهمية الاقتصادية للكاروتينويدات في السنوات الأخيرة ناتجة في تعدد استعمالاتها لإنتاج صبغات طبيعية في المفاعلات الحيوية، البيتا كاروتين وastaxanthin هي نموذجين الذي فيها البحث للإنتاج في المفاعلات الحيوية (جدول- 28) وان الإنتاج في المفاعلات الحيوية لا يتنافس مع التخليق الكيماوي لإنتاج أفضل كاروتينويد وان البلازميين المنفرد مع 5 جينات أساسية من GGPP synthase الى بيتا كاروتين hydroxylase تحت محفز قوي وان ظاهرتين لزيادة إنتاج الكاروتينويدات فأن الأول هو تحدي الكاروتينويدات وتوافرها في الأغشية لخزن المركبات الدهنيه وإنتاج الكاروتينويدات في بكتريا القولون يرتفع الى 289 ميكروغرام\غم من زيازانثين وان بكتريا القولون تتحول مع جينات إنزيم DXP synthase(DXPS) من جنس Bacillus subtilus وSaynechocystis sp وتحويل الخلايا يزيد من مستويات الليوكوبين و8 ubiquinone، وتوليد DXP بواسطة هذا المسلك الذي يكون كافي لرفع إنتاج الايزوبرينويد وهذه التقنية تحول الى النباتات المستعملة لتحسين اللون

والطعم للمحصول، وان تعرض جنس Haematococcus pluvialis للإشعاع ناتجة في إنتاج astaxanthin لغاية 40 ملغم\لتر و43 ملغم\غم خلية مع وقت معقول وتحت ظروف مناسب.

عمليات تصنيع البيتالاينات

أ. في الانظمة الحيوية: خلال عمليات التصنيع فأن قابلية ثبات البيتالايين مهمة جدا وهي صبغات مع سعة tinctoreal إلا إنها تتأثر بواسطة العوامل المختلفة وهي:

1. الأس الهيدروجيني: النموذج المستعمل هو محاليل بيتالايين وان أقصى قابلية ثبات لونية بين 3,5 و7 وان أقصى امتصاصية البيتاسيانينات هي537-538 نانوميتر وان أقصى امتصاصية للبيتازانثينات هو 475- 478 نانوميتر وان الأس

جدول (28) المفاعلات الحيوية المستخدمة

كاروتينويد منتج	الأحياء المجهرية	معلومات خاصة
بيتا كاروتين	Blackeslea trispora	فعالة سطحيا لتحسين إنتاج بيتا كاروتين
بيتا كاروتين	Phycomyces blakesleeanus	تنتج carsمطفرات 100 مرة أكثر صبغة من النوع البري لغاية 5 ملغم\غم مايسيليم جاف
astaxanthin	Haematococcus lacustris	الإضاءة تزيد إنتاج astaxanthin وارتفاع إنتاج الكاروتينويدات
Astaxanthin	Xantophyllomyces dendrorhous	يخفض إنتاج JB2المطفر الكاروتينويد لغاية 2.3

الهيدروجيني اقل من 3,5 وأقصى امتصاصية تذهب تجاه الأطوال الموجية المنخفضة وان الامتصاصية المولارية تكون منخفضة وان الأس الهيدروجيني اكسر من 7 وأقصى امتصاصية تذهب باتجاه أطول طول موجي وان الامتصاصية المولارية تكون منخفضة بينما محاليل البيتانين مع الأوكسجين تكون مع أقصى قابلية لون بين أس هيدروجيني 5,5 و8 أما محلول البنجر الأحمر يكون ذو أقصى قابلية ثبات في آس هيدروجيني 5,5 وان محلول vulgaxanthin ذو أقصى قابلية ثبات بين قيم أس هيدروجين هي 5 و6، الأس الهيدروجيني مهم جدا وتأثيره يعتمد على نموذج النظام الغذائي وان قابلية الثبات لعصير البنجر الأحمر اكثر ارتفاع من تلك القيم للمستخلصات النقية بينما امثل قابلية ثبات للصبغة في المساحيق معادة الذوبان في أس هيدروجيني 5,7 وتأثير درجة الحرارة تكون واضحة على قابلية ثبات البيتالايين وزيادة درجة الحرارة تكون مرتبطة مع ارتفاع سرعة الهدم وعندما يكون التسخين غير طويل فأن عملية الهدم تكون عكسية جزئيا وان هدم بيتالايين ينتج حامض بيتالاميك و -cyclo DOPA -5-O-glucoside.

2. درجة الحرارة: النموذج المستعمل هو محلول بيتانين والذي فيه التسخين يخفض اللون الأحمر إلا أن التبريد يعكس التفاعل وان الهدم يتبع تفاعل رتبة أولى، وان قابلية ثبات بيتالاينات من Amaranthus حيث أن هدم البيتالايين يتبع تفاعلات حركية الرتبة الأولى وهو يكون 100 مرة أكثر ارتفاع في 100م لمدة 2471 دقيقة من في 40م لمدة 19 دقيقة،هدم البيتانين بواسطة درجة الحرارة أو تأثير الأس الهيدروجيني الأولي بواسطة المهاجمة النيوكلوفيلية مثل بواسطة الماء في موقع الكربون 11 الذي يكون فيها ذرة الكربون قبل النتروجين الاميني الرباعي.
3. الضوء: النموذج المستعمل هو محلول البيتانين والذي فيه سرعه هدم بيتالايين تزداد بواسطة 15,6% بواسطة التعرض لضوء النهار بدرجة 15م وان الهدم يتبع تفاعل رتبة أولى الذي يعتمد على الأس الهيدروجيني الأكثر ارتفاع في 3 أن قيمة k = 0,35\يوم من في 5 حيث أن k=0,11\يوم تحت ضوء الوميض، وان تحطيم الصبغة الكلية بواسطة الأشعة فوق البنفسجية أو أشعة كاما وان بيتالاينات تملك قابلية ثبات منخفضة تحت ظروف الضوء وان الضوء يهيج

الكترونات π في الآصرة المزدوجة الذي تسبب نشاط مرتفع وان قابلية ثبات الصبغة في الظلام هي اقل من ضعف الارتفاع من في الظروف الضوئية، واستعمال الأشعة فوق البنفسجية أو أشعة كاما تفرض ظروف شد وان الهدم يكون مرتفع، البيتالاينات تظهر قابلية ثبات مرتفعة في نشاط ضوئي منخفض وان الضوء يملك تأثير على زيادة سرعة الهدم وان الصبغات amaranthus المجففة الذي تملك قابلية ثبات خزن أعلى من الصبغات السائلة وبعد 10 شهر من الخزن ذو رطوبة نسبية 93% بدرجة 4م وذو رطوبة نسبية 78% بدرجة 25م من الصبغات المجففة الذي تعيق تجاه 62 و18% على التوالي من الصبغات السائلة وان النشاط المائي عامل مهم جدا لقابلية ثبات الخزن من بيتاسيانانات في الظلام وفي غياب الهواء في أي درجة حرارة.

4. نشاط الماء: النموذج المستعمل هو بيتانين في أنظمة نموذجية مختلفة الذي يكون فيها النشاط المائي منخفض لتحسين قابلية الثبات للبيتالايين وان قابلية ثبات الصبغة ينخفض مع زيادة النشاط المائي من 0,32 – 0,75، وان التفاعل للهدم يتضمن الماء وهذه الظاهرة تثبت بواسطة استعمال أنظمة الكحول – الماء حيث أن الهدم ينخفض بواسطة انخفاض النشاط المائي الذي يكون مرتبط مع الحركة المنخفضة للمواد المتفاعلة.

5. الأوكسجين: النظام النموذجي المستعمل هو محاليل البيتانين الذي في أس هيدروجيني 7 يتم هدم البيتانين 1,5% أكثر ارتفاع في الظروف الهوائية من العينات تحت النتروجين الجوي وان قابلية ذوبان الأوكسجين المحدودة واستعمال المالودكسترينات مع مكافئ دكستروز منخفض ينتج درجة عالية جدا من التعريف السطحي والسحق الذي يسبب نظام جدار ليصبح أكثر نفاذية للأوكسجين وارتفاع مكافئ الدكستروز الذي يكون نظام جدار نفاذ للأوكسجين مما يجهز أفضل قابلية ثبات خزن للصبغات لان مكافئ الدكستروز 25 يعطي أكثر حجز صبغة تحت ظروف الخزن وان مكافئ الدكستروز 25 يظهر قابلية امتصاص للرطوبة عالية وان الخزن الطويل ينتج هدم عالي وان استعمال مكافئ دكستروز 25 و10 ناتج في عامل تغطية جيد لقابلية ثبات البيتالايين وهي 63,6 أسبوع في رطوبة نسبية 32% وبدرجة 25م وان المنتجات تملك قابلية ذوبان جيدة وكمواد ملونه للأغذية مناسبة، يؤثر على

قابلية الثبات هو الأوكسجين الذي يسبب منتج داكن وفقد اللون وان بيتالايين يتفاعل مع الأوكسجين الجزيئي الذي ينتج هدم صبغات في المحاليل المشبعة بالهواء وان حركية الهدم تحت الجو الهوائي يتبع نموذج الرتبة الأولى وان هدم بيتانين هو عملية عكسية إلا إنها أساسية لتملك العينة تحت مستويات منخفضة من الأوكسجين الذي تحسن حجز البيتالايين من 54-92% وفي اس هيدروجيني 4,75، 130 دقيقة وبدرجة 15م.

6. التجفيف: وان البيتالاينات المجففة تملك قابلية ثبات محسنة وان التجفيف بالرذاذ هو عملية لإنتاج البيتالايين وخلال التجفيف بالرذاذ فأن البيتالاينات من Amaranthus يتم هدمة بواسطة 3% في درجة حرارة 150م ولغاية 8% في 210م وان المنتجات المستحصل عليها بواسطة الطفيف بالرذاذ اقل من 180م الذي تملك خواص مشابه الى تلك الخواص المنتجة بواسطة التجفيد وان ارتفاع محتوى المواد الصلبة يسلك إنتاجية وقابلية ثبات عالية، عوامل التغطية مهمة جدا.

7. مضادات الأكسدة: الصبغات amaranthus المجففة تكون ثابتة كفاية للاستعمال التجاري كمواد ملونه وقابلية ثباتها تكون أكثر ارتفاع من بيتالاينات الفجل الأحمر وان قابلية الثبات المحسنة مرتبطة مع الأسيلة للبيتالايينات أو مع وجود المركبات الفينولية في العينة الذي تعمل كمضادات أكسدة وهو يتضمن مضادات الأكسدة في كنس الجذور الحرة وفي منع الأمراض المزنه وان نشاط مضادات الأكسدة للبيتالايينات الذي تكون نادرة وتأثيره على البيتاسيانينات وبيتازانثينات ضد 2,2‾-azino-bis-(3-ethylbenzenthiazoline -6-sulfonic acid وان البيتاسيانانات تظهر ذات نشاط مضاد الجذور أكثر من بيتازانثينات وان بيتاسيانانات تظهر انها لا تثبت إزالة موقع الإلكترون في الالكترونات غير المزدوجة من خلال الحلقة العطرية وان الإلكترون يستخلص من بيتازانثينات الذي منها اوربتالات π المرتبطة لأن هذا الفقد يعاق بواسطة الشحنات الموجبة الموجودة في ذرة النتروجين وان النشاط المضاد للأكسدة يتأثر بقوة بواسطة الأس الهيدروجيني وأكثر نشاط يمكن ملاحظته في الأس الهيدروجيني القاعدي والمتعادل من في القيم الحامضية وان الأصناف منزوعة البروتون مسؤوله بصورة رئيسية عن الصفات

المضادة للجذور في البيتالاينات وانه يمكن ملاحظة النشاط العالي المضاد للأكسدة في مركزات جذور البنجر الأحمر وان البنجر يكون مرتب بين 10 خضراوات بخصوص النشاط المضاد للأكسدة وهذا النشاط مرتبط مع محتوى الفينولات الذي تظهر علاقة موجبة مع البيتالايين، الانثوسيانات المؤسيلة تملك أفضل قابلية ثبات من غير المؤسيلة وان البيتاسيانانات تكون كل الكلايكوسيلات والعديد من المؤسيلة وان الانثوسيانات المؤسيلة مثل celosianin II و lamprathin II الذي يظهر تفاعلات راسيمية مختزلة وتزداد قابلية ثبات اللون

8. الحوامض: العديد من الطرق تساهم في عمليات التوليد وفي حامض الاسكوربيك، حامض الكلوكونيك، حامض الايزواسكوربيك وحامض ميتا فسفوريك الذي تستعمل في تحسين خواص بيتالاينات البنجر الأحمر وإضافة حامض الايزواسكوربيك وحامض الاسكوربيك قبل التسخين ناتج في زيادة كبيرة في حجز الصبغات وان حامض ميتا الفسفوريك هو أفضل مثبت للصبغات البنجر الأحمر من حامض الستريك الذي يستعمل على نطاق واسع في الأغذية المختلفة وان حامض الكلوكونيك لا يظهر تأثير معنوي في أس هيدروجيني 3,8 إلا إن أفضل من حامض الاسكوربيك الايزواسكوربيك في أس هيدروجيني 6,2 وخلال الخزن فأن الهدم والتوليد هما تفاعلات مستمرة في الظروف الشائعة حيث يكون الهدم أسرع واستعمال عوامل التثبيت عامل مهم لانجاز افضل منتجات ملونة.

9. الهدم الإنزيمي: هو الآخر عامل مهم وان العمل مع جذور من B.vulgaris L ووان إنزيم البيروكسيديز المعزول الذي يقابل الصنف III الذي يكون تقليدي في النباتات الراقية وهي تلعب دور ايضي في أكسدة alkaloids والمركبات الفينولية، كروماتوكرافيا الانجاز العالي وطيف الامتصاص المرئي– الأشعة فوق البنفسجية من هذا الإنزيم المحلل والية هدم البيتانيدين المقترح وهذه الآلية نشابه الى تلك الملاحظة مع بيروكسيديز الفجل الحار الذي يقترح آلية تفاعل البيروكسيديزات الذي تعمل على البيتانين.

10. الأطوال الموجية: وان النباتات من amaranthus الحمراء تستعمل للتعرف على وعزل البيتالاينات المؤسيلة الجديدة من 37 صنفا و8 أجناس من

عوائل Amaranthaceae (isomaranthine & amaranthine) وهي ابـيمير كربـون -15 الـذي يمكـن التعـرف عليهـا كقـيم رئيسـية وان البيتاسيانانات المعزولة تسلك أقصى امتصاص في مديات من الأطوال الموجية من 536 الى 552 نانوميتر بينما البيتاسيانانات المؤسيلة تظهر قمة إضافية في المنطقـة المرئيـة مـن 300 الى 330 نـانوميتر، وان البيتاسـيانينات تشـبه الانثوسـيانات المؤسـيلة مـع الأحمـاض العطريـة بصـورة رئيسـية أحمـاض هيدروكسي سيننامبك الذي تسلك تحويل bathochromic معلـم والأنـواع المؤسـيلة هـي 540 -552 نـانوميتر الى أن 536- 540 نـانوميتر لغـير المؤسيلة وان نسبة أقصى امتصاص في المنطقـة المرئيـة الى أقصى امتصـاص في المنطقـة للأشـعة فـوق البنفسـجية هـو 1: 0,32 الى 0,61 الـذي تظهـر بـأن البيتاسـيانانات لا غـير مؤسـيلة وان المحتـوى المرتفـع مـن البيتاسـيانانات المؤسـيلة الموجـودة في Iresine herbstii الـذي تشـكل 80% مـن مسـاحة القمـــة الكليـــة وان Gomphrena globosa وهـــو 68% وان Celasia cristata L. هـي 40% مـع محتـوى بيتاسـيانين كلـي يـتراوح مـن 0,08 - 1,36 ملغم\غم وزن طازج وان نباتات Amaranthus الـذي تنمـو في مـدى واسـع مـن البيئـات هـي مصـدر لصـبغات بيتاسـيانين وهـي بـديل لاسـتعمال البنجر الأحمر وهناك العديد من العوامل مثـل إزالـة الغـاز وإضـافة مضـادات الأكسدة والمثبتات والسيطرة علـى الأس الهيـدروجيني وأدنـى معاملـة حراريـة يمكن أن تؤخـذ بنظر الاعتبار لانجاز أفضل منتجات ملونة.

ب. في الأنظمـة الغذائيـة: البيتالاينـات تكـون حساسـة جـدا للعوامـل المختلفـة واستعمالها يكون محدود ويستفاد منها في الأغذية مع قابليـة حفـظ قصـيرة وان المعاملة الحراريـة للمنتجـات الحاويـة بيتالاينانـات للحـد الأدنـى وهـي تعبـأ تحـت نشـاط مـائي مـنخفض في الظـلام ومسـتوى مـنخفض مـن الأوكسـجين والرطوبـة وإزاحة الصبغات التركيبيـة أو التصـنيعية بواسـطة بيتالاينـات المحـددة بواسـطة مشاكل من قابلية الثبات، التجنيس والتـوافر المسـتمرة وان هـدم بيتـالايين يحـل ويكون منتجات جديدة بالإضافة الى الطرق الاعتيادية كالخزن المبرد، الجو المحور، السيطرة الإنزيمية، عملية التداول، طرق الاستخلاص، التنقية، التركيز والعمليات

النهائية مثل الانجماد، الرذاذ والتجفيف تحت تفريغ وان جذور البنجر هي مصادر تجارية رئيسية للبيتالايين وطرق زراعية الذي تطبق لإنتاج أصناف مع محتوى مرتفع من البيتالايين لاسترجاع الملونات الطبيعية الأكثر كفاءة وان أصناف البنجر الأحمر الجديدة المنتجة من خلال التحسين المنتخب ومعدل محتوى الصبغة يزداد من 130-450 الى 500 ملغم\100 غم من الوزن الطازج وان البيتالاينات الذي يحصل عليها من تطبيق الطرق الأخرى إلا انها فقط في مجال المختبر مثل الازموزية العكسية، الترشيح الفائق، الاستخلاص السائل– الصلب والانتشار ويمكن تقليل محتوى السكر المرتفع باستعمال التخمر الذي يستفيد من الخمائر مثل Saccharomyces cerevisiae Candida utilis أو من الفطريات مثل Aspergillus niger، منتجات المسحوق المتخمر الذي يحتوي 5- 7 مرات كما في بيتاسيانيننات كمسحوق من عصير خام على أساس الوزن الجاف واستعمالها للحصول على مستخلص بيتالايين من cactaceae من فاكهة Myrtillocactus geometrizans الذي تعرف garambullo وان البيتالاينات الرئيسية هي vulgaxanthin I, II, betanin و isobetanin وعملية التخمر لها القدرة أن تغير المواد الصلبة الكلية من 6 - 4 بركس واستبعاد اللون الذي تنتج 214 غم من بيتالاينات\100 غم من الفاكهة وان garambullo betalains أكثر ثبات من في البنجر الأحمر وان كفاءة صبغة amaranth بيتالاينات الفجل الأحمر مقارنة مع FD&C red No.3 في المنتجات مثل الجلي، الايس كريم والمشروبات وان خواص اللون تكون متشابه بين المنتجات المصبغة الطبيعية إلا إنها منخفضة مقارنة الى الصبغات الصناعية وفي عينات الجلي فأن الخزن بدرجة حرارة منخفضة تنتج قابلية حفظ طويلة بدرجة 4م ورطوبة نسبية 78% وحجز بعد 24 أسبوع من درجة الحرارة العالية وهي 14م ورطوبة نسبية 73% ولمدة 18 أسبوع وان قابلية الحفظ تنخفض الى 1,3 أسبوع بدرجة 37م وخلال الخزن فأن تغيرات اللون من الأحمر– الشاحب الى البرتقالي – الأحمر والى الاصفر الخفيف جدا وسلوك مشابه الى تلك صبغات الفجل الأحمر وان كلا الصبغات اقل ثبات من ED&C No.2 حيث يتم حجز 990% من اللون وقابلية ثبات جيدة للمشروبات الملاحظة بدرجة 4م ولمدة 20 اسبوع إلا أن بدرجة 25م تحصل تغيرات كبيرة وان قابلية ثبات amaranth

وبيتالاينات الفجل الأحمر حيث يكون الفجل الأحمر هو الأفضل وان صبغات Amartasnthus ذو قابلية ثبات لونية جيدة بدرجة حرارة منخفضة وتستعمل في منتجات من مدى أس هيدروجيني من 4 الى 7.

إنتاج البيتالاينات بواسطة زراعة الأنسجة النباتية: هذه الطريقة تستعمل لتجهيز معلومات حول المعلومات الوراثية والتخليق الحيوي لمسلك بيتالايين الذي تنتج بواسطة تلك الطريقة وهي هدف ممتاز للمستقبل وبصورة رئيسية لان إنتاج المفاعلات الحيوية يضمن التوافر والنوعية الذي لا تعتمد على التغيرات البيئية الذي تكون مشكلة كبيرة مع إنتاج زراعي وان الإنتاجية تكون منخفضة وعالية الكلفة وهذا النظام لا يطبق في المجال التجاري وان في حالة التوازن تكون الإنتاجية 0,168 ملغم\غم وزن جاف\يوم ومع ارتفاع الإنتاجية تقل الكلفة وإنتاج البيتالايين بواسطة زراعة الخلايا لأصناف من النباتات من Portulacagrandiflora,Amaranathus tricolor,Opuntia microdasys, Chenopodium rubrum, P.americana، ومعظم النماذج تنتج بيتاسيانانات وزراعة الخلايا تكون حمراء عميقة أو شاحبة وان احد المشاكل الرئيسية تتضمن في استعمال زراعة الأنسجة الخلوية في إنتاج المنتجات الايضية الذي تحتاج لانجاز الإنتاج في الكتلة الحيوية وان أقصى إنتاج للبيتالايين الذي يصل تحت ظروف الشد مثل الأوكسجين والكربون ويتضمن استرجاع الصبغات استعمال المذيبات العضوية، sonication، الأوكسجين والمعاملة الحرارية وهذا ينتج في موت المزرعة أو خفض الاسترجاع، وان B.vulgaris تحرر 37% من الكل أو 0,6 ملغم\غم من الوزن الجاف الى الوسط بواسطة التعرض لوقت قصيرالى الوسط الحامضي في أس هيدروجيني 2 لمدة 10 دقيقة ومن العوامل الأخرى الذي تؤثر على إنتاج الصبغة هي الضوء، النتروجين، العناصر الدقيقة، لان الضوء يحفز التخليق الحيوي للبيتالايين إلا أن العملية تعتمد على الصنف.

تصنيع الانثوسيانانات

1. **في الأنظمة النموذجية:** صبغات الانثوسيانين شائعة في الخضراوات والفواكه ومظهرها في الفواكه ومنتجات الفواكه وأهميتها الاقتصادية وان المظهر الجيد يكون أساسي لانجاز سعر السوق الجيد وبالإضافة الى الصناعة فأن الطلب على

الصبغات الطبيعية وخاصة الألوان الحمراء الطبيعية والانثوسانانات الذي تكون الأساس لمعرفة المواد الملونة وان الخلفية الرئيسية تكون غير قابلة للثبات وان عمليات التصنيع للبحث المستمر لمستحضرات الانثوسيانانات مع قابلية الثبات العالية ولونها يكون مرتبط مع وجود أواصر مزدوجة متعددة في تركيبها البنائي وان التركيب البنائي في حالة تأرجح بسبب عدم قابلية الثبات، والمجاميع المرتبطة الى التركيب البنائي مثل الهيدروكسيل، الميثوكسيل، الكلايكوسيل والأسيل الذي تؤثر على قابلية الثبات وفي الحقيقة أن ثنائية الكلايكوسيدات هي الأكثر ثبات من الكلايكوسيدات الأحادية إلا إن تفاعلات الاسمرار تكون مهمة لثنائي الكلايكوسيدات كتسلسل للسكر الإضافي والقانون الآخر هو أن مجموعة الهيدروكسيل في الموقع الرابع يكون مرتبط مع redder tones وألون الانثوسيانانات تتأثر بواسطة الأس الهيدروجيني وفي المحلول فإنها تكون توازن التراكيب غير الملونة(pseudobase) والملونة (cationic) وان الشكل cationic (ايون flavilium ion) في قيم أس هيدروجيني منخفض وتوازن يزاح الى جهة الأشكال غير الملونة كما في أس هيدروجيني تجاه القيم المعتدلة وعندما تجاميع الهيدروكسيل الموجود في المواقع 7^- او 3^- وتوازن quinonoidal في قيمة أس هيدروجيني مرتفعة إلا انه في اتصال الى التراكيب البنائية غير الملونة الأساسية الكاذبة وان التراكيب البنائية quinonoidal تكون ملونة مع tones الذي يذهب الى جهة الأزرق وان flailium cation يظهر في قيم منخفضة من الأس الهيدروجيني كقيم أس هيدروجيني مرتفعة وان خليط من تراكيب pseudobase و quinonoidal الذي يمكن ملاحظتها وبعض الانثوسيانانات تكون حمراء في المحاليل الحامضية، بنفسجية أو شاحبة في المحاليل المتعادلة وزرقاء في الأس الهيدروجيني القلوي المبنية على أساس تلك الخواص وهي سهلة للفهم عندما تكون الانثوسيانانات شائعة الاستعمال في قيمة أس هيدروجيني اقل من 4 وان قابلية ثبات صبغات الانثوسيانانات في الأنظمة النموذجية تحت تأثير الظروف المختلفة هي:

1. الأس الهيدروجيني: الأس الهيدروجيني الحامضي يسبب ظهور إشكال ملونة ومعظم الانثوسيانانات تكون ملونة كليا في أس هيدروجيني اقل من 4.

2. درجة الحرارة: تكوين جالكون عند ارتفاع درجة الحرارة.
3. الأوكسجين والهيدروجين: تلك المركبات توكسد الانثوسيانانات بسهولة وهي ذات تأثير قوي.
4. البيروكسيد: عندما يصاحب العوامل المؤكسدة حامض الاسكوربيك.
5. الضوء: الانثوسيانانات غير ثابتة تحت تأثير ظروف الضوء وان الانثوسيانانات المستبدلة في الكربون -5 أكثر حساسية الى التحليل الكيماوي الضوئي.
6. الأسيلة: تحدث عرقلة تحلل الصبغات المؤسيلة وتكوين مواد قاعدية ملونة quinonoidal وهذه الانثوسيانانات تظهر بأنها عالية قابلية الثبات والمقاومة الى الألوان المستحدثة بواسطة تأثير ثاني اوكسيد الكبريت وارتفاع قيم الأس الهيدروجيني الى أكثر من 4، وان بعض انثوسيانانات-3- كلايكوسيدات مثل malvidin-3-glucoside الذي تظهر قابلية ثبات عالية في المنطقة القلوية وهذه الصبغات تكون كموادملونه لبعض المنتجات عالية القلوية وقابلية ثبات بعض انثوسيانانات الفاكهة مرتفعة في قيم أس هيدروجيني في مدى 1- 12 وهذه المركبات تكون pelargonidin-3-glucoside (الشليك)، cyaniding-3-glucoside و peonidin-3-glucoside في جنس Abies koreana و malvidin-glucoside في الكرز الأزرق وهذه تصنف الى مجموعتين هما مجموعة -1 المكونة من malvidin-3- ,pelargonidin,peonidin glucoside بينما في المجموعة –II تكون ,delphynidin, cyaniding pentunidin -3-glucosides، وان الانثوسيانانات في المجموعة الأولى تظهر منحنيات متوازية مرتبطة مع التغير في انخفاض اللون ألكرومي لغاية أس هيدروجيني يساوي 6 وزيادة حادة يمكن ملاحظتها في مدى من 6 – 7,6 وملاحظة أطول في أس هيدروجيني أكثر من 8 وان أقصى امتصاص يمكن إدامته لغاية 12 وان الصفات من المجموعة الثانية تكون مشابه في السلوك الى المجموعة الأولى في أس هيدروجيني في مدى من 1-8,1 إلا أن التحول في الارتفاع الونا لكرومي المستمر يمكن ملاحظته بين قيم أس هيدروجيني 8,1 و8,6 ومن المعلوم بأن استبدال الهيدروكسيل في الحلقة B ينتج تحول انخفاض اللون ألكرومي في قيم الأس الهيدروجيني الحامضية نسبيا وان نفس الكثافة يمكن ملاحظتها مع زيادة عدد مجاميع الميثوكسيل أن نفس الكثافة يمكن ملاحظتها مع زيادة عدد

مجاميع الميثوكسيل على حلقة B في جالكون ومع المجموعة الثانية وليست في مدى من الأس الهيدروجيني من 1-8,1 مع زيادة عدد مجاميع الهيدروكسيل أو الميثوكسيل في الحلقة B وان الامتصاصيات تكون مرتفعة في أس هيدروجيني 1 لكل الصبغات وينخفض تجاه الأس الهيدروجيني 5 وان لون flavylium يشكل منطقة شائعة في أس هيدروجيني 1 وان حدوث إشكالcarbinolpseudobase عديم اللون يزداد تاجاه الأس الهيدروجيني 5 وفي أس هيدروجيني 6 فأن التأثير الرافع للون ألكرومي يمكن ملاحظته حتى في أقصى موقع ينجز في أس هيدروجيني 8,1 - 9,8 ومع ان في هذه المدى من القيم فأنه يتوقع بأن يكون الانثوسيانانات في أشكال هي quinonoidal و quinonoidal anionوان تحليل النسبة بين الأقصى في المنطقة الحامضية والقلوية الذي تظهر بأن -peonidion malvidin 3-glucosides تسبب كثافة لونية في قيمة الأس الهيدروجيني القلوي مثل الانثوسيانانات مع عدم وجود مجاميع هيدروكسيل في الموقع اورثو الى كل الأخرى وواحد أو أكثر من مجموعة ميثوكسيل وان هذه القاعدة لا تخضع مع أكثر من انثوسيانانات معقدة وان أقصى قابلية ثبات للانثوسيانانات هي في أس هيدروجيني من 1 الى 3 وبدرجة 10 م أي70% بعد 60 يوما وفي قيم أس هيدروجيني منخفض فأن قابلية الثبات لبعض الانثوسيانات يمكن تحسينها في قيم أس هيدروجيني مرتفعة من 8- 9 مثل بيلاركونيدين-، بيونيدين- ومالفيدين – 3 – كلوكوسيدات الذي تزيح من 30- 60% من قابلية الثبات بعد 8 أيام في أس هيدروجيني قلوي ومن جهة التركيب البنائي فأن وجود واحد فقط من مجاميع الهيدروكسيل الحرة في الحلقة B من المجموعة الأولى من الانثوسيانانات الذي تجعل قابلية الثبات للأشكال المتوازنة مزرقة الذي تحدث في أس هيدروجيني قلوي الذي يزداد بواسطة وجود مجاميع الميثوكسيل الإضافية وان المجموعة الثانية تظهر بعض قابليات الثبات في قيم أس هيدروجيني من 5- 6 ومن العوامل الأخرى المهمة في قابلية الثبات للانثوسيانات الذي يجب أن تكون مصنعة ومخزونة بدرجات حرارية منخفضة مع انخفاض قابلية التوافر للأوكسجين من الضوء وان فقد لون الانثوسيانانات ناتج عن إضافة الماء الى الكربون -2 من flavylium cation الذي تحولا الى هيمي اسيتال عديم اللون وان أسيلة الانثوسيانانات يثبت الصبغة تجاه العمليات التحليلية يليها تكوين

قواعـد quinonoidal ازرق لتحسـين قابليـة الثبـات في أس هيـدروجيني مرتفـع والانثوسـانانات الثابتـة تـتم اسـيلتها مـع العديـد مـن cinnamic acid وان الانثوسيانات مع cinnamoyl منفرد المرتبط الـذي تطـرأ عليـه تفـاعلات تحلـل سريعة تعتمد على الأس الهيدروجيني وفقد اللون الذي يميز الانثوسـيانانات غـير المؤسيلة وان الانثوسيانانات غير المؤسيلة مع حامض البنزويك تزيح كثافة كبيرة لتكـوين هيمـي اسـيتالات أكثـر مـن الانثوسـيانانات المؤسـيلة مـع أحمـاض cinnamic المقابلة الذي يمكن التعرف على أهميتها في الأواصر المزدوجـة مـن نوع exocyclic وان أسيلة حـامض cinnamic لها القـدرة أن تعطي خـواص لونية وطيفية بسبب تحول انخفاض اللون ألكرومي من أقصى امتصاص وان المـواد الملونة المبنية على أسـاس الانثوسـيانانات المسـتعملة في العديـد مـن دول العـالم مثل جلـد العنـب، اللهانـه الحمـراء ومسـتخلص الجـزر الأسـود الـذي تسـلك لـوم متفاوت من الأحمر الى الشاحب في آس هيدروجيني أكثر من 3 وان وجـود الأسـيلة الإضافية مع حوامض cinnamic ينتج تحـول انخفـاض اللـون ألكرومـي في أقصـى امتصاص للصبغة مع تأثير بناء قليل وان استبدال السكر يلعب دوراً مهمـاً مـع تحـول ارتفـاع اللـون ألكرومـي بسـبب وجـود الكلوكوسـيل وان كـل الصـبغات المؤسيلة تظهر زيادة الامتصاصية في كل أشرطة الامتصاص الرئيسية مثل 280، 320 و500 نانوميتر وعندما تكون مذابة في الميثانول ألحامضي يحصـل انخفـاض في الامتصـاص في القـيم الملاحظـة في منطقـة الطيـف مـن 400- 440 نـانوميتر والانخفـاض في الامتصاصـية بطـول مـوجي 44-440 وأقصـى نسـبة امتصـاص الانثوسيانات مع البدائل الكلايكوسيدية في الموقع الثالث يسلك نسبة بين أقصى امتصـاص في المنطقـة فـوق البنفسـجية والأقصى في المنطقـة المرئيـة الـذي تكـون تقريبا ضعف ما في الانثوسيانانات مع البائل الكلايكوسيدية في الموقع الخامس أو كلا من الموقع الثالث والخامس وان السكريات الثنائية كمجموعه بديلة في الموقع الثالث من الكروموفور يسلك قطرة كبيرة في الامتصاصية وان مجموعة الأسيل لا ترتبط الى نوية flavylium إلا أن كلا منهما تكون نهايات متعاكسة أو مضادة لسلسلة السكر الثنائي وعدد الأواصر المزدوجة في تأرجح مع كل الجزيئـة الـذي لا تزداد وان تأثير التصبيغ المشترك لا يكون مباشر وهذه الظاهرة مهمـة في التعـبير عـن اللصـق الجزيئـي مـع مجموعـة الأسـيل قـرب نويـة flavylium في الشـكل

الملتصق وان مجموعة الأسيل بعيدة عن نوية flavylium في الشكل غير الملتصق وهناك شكلين في توازن مع كل منهما الأخرى الفروقات القليلة في التركيب البنائي الكيماوي للانثوسيانانات يمكن أن يؤثر على اللون وقوة tincorial في مستخلص الانثوسيانانات، الانثوسيانانات المؤسيلة تستحدث مقاومة الى العوامل الأخرى مثل الحرارة، الضوء وثاني اوكسيد الكبريت وان vitisins المعزولة من جنس Vitis vinifera تكون مؤسيلة في الموقع 4 الذي يحسن خواص اللون وقابلية الثبات ومقاومتها الى ثاني اوكسيد الكبريت وقيم الأس الهيدروجيني العالية الذي يمكن ملاحظتها وهي تملك مقترح أن المواد الملونة الغذائية، الخواص المحسنة من الانثوسيانانات المؤسيلة وخاصة قابلية ثباتها في أس هيدروجيني أكثر من 4 يطور إيجاد أو تخليق الصبغات المؤسيلة الجديدة وان الانثوسيانانات المضاف لها مالونيل يمكن التعرف عليها في بذور عباد الشمس الشاحبة الذي تكون مصدر ممتاز لمشتقات السياندين الحمراء في الاستعمالات الغذائية والصيدلانية وبالمقارنة الانثوسيانانات في جنس Sambucus nigra و S.canadiensis والأسيلة في الموقع الخامس يعطي قابلية ثبات عالية للمعاملة الحرارية وان قابلية الثبات الضوئي تتبع الترتيب الكلايكوسيدات الثنائية الموسيلة اكبر من الكلايكوسيدات الثنائية غير المؤسيلة وهي اكبر من الكلايكوسيدات الأحادية وان نفس السلوك يمكن ملاحظته للانثوسيانانات المؤسيلة في الموقع الخامس من الفجل الأحمر وان صبغات الانثوسيانانات المنتجة بواسطة زراعة الأنسجة في الخلايا من جنس Ajuga pyramidalis الذي يظهر قابلية ثبات محسنة للصبغة الرئيسية 3-O-(6-O-(E)-ferulyl)-2-O- {(6-O-(E)-ferulyl)-β-D-glucopyranosyl –D-glucosylpyranosyl}-5-O- (6-O-manoyl)-β-D-glucopyranosylcyanidin، وان أفضل قابلية ثبات هذه الصبغة مرتبطة مع إنتاج عوامل الصبغات المشتركة مثل الفلافونولات، الأحماض الفينولية والتنينات، توليد الانثوسيانانات المخلقة بواسطة تفاعل الانثوسيانات الفلافونولات مع الاسيتالديهايد حيث يزداد اللون لغاية 7 مرات وان أشكال الاسيتالديهايد هي جسور بين الفلافونويدات وان اللون المحسن مرتبط مع لون الجزيئة المتعددة وان تفاعل malvidin-3-monoglucoside و procyanidin B_2 في وجود الاسيتالديهايد بدرجة 15م لمدة 4 شهور تنتج

3 صبغات جديدة مع الطيف المرئي الذي يبين إزاحة bathochromic وهذه المركبات تحسن من قابلية الثبات وتملك نفس الخواص مع المركبات المعزولة من النبيذ.

2. في الأنظمة الغذائية: خلال عمليات التصنيع الغذائي، فأن المركبات المعرضة الى ظروف قاسية مثل الأس الهيدروجيني، درجة الحرارة والضوء)، فأن صبغات الانثوسيانينات يمكن تحطيمها بسهولة وان ظروف عمليات التصنيع يمكن تقديرها باستمرار للحصول على أفضل المنتجات الملونة ومع اقل هدم للمكونات الطبيعية، فأن تأثير عمليات التصنيع على قابلية الثبات للانثوسيانانات في الأنظمة الغذائية هي:

1. عصير ثمرة العليق أو العوسج blackberry: عندما تتعرض الى درجات حرارية مختلفة وإضافة الديهايد فأن الالديهايد يزيح الانثوسيانانات ويكون التفاعل من نوع حركية الرتبة الأولى.
2. Grape musts: إضافة الكلوتاثايون خلال التصنيع يجعل الونا كثر ثبات مما يشير الى أن quinines يدخل في هدم الانثوسيانانات.
3. الفراولة أو الشليك الطازج strawberry: يتعرض الى تحوير جوي باستعمال ثاني اوكسيد الكربون فأن الصبغة الخارجية والداخلية تنخفض إلا إنها أكثر في التركيب الداخلي وهذا يكون مرتبط مع القشر واو القلف peel الذي يملك سيانيدين كصبغة رئيسية في حين أن بيلاركونيدين في pulb
4. الشعير: عندما يسخن بدرجة 40 – 100م فأن hordeumin الانثوسيانين يكون محمي بواسطة تكوين معقدات جزيئية مع الفينولات المتعددة حيث يكون اللون ثابت.
5. التفاح: عندما يتعرض الى الضوء فأن التفاح المعرض للضوء يظهر تحسين في اللون وعكس ظروف تحت ظل.
6. المستخلصات المركز من حب الخمان elderberry: عندما يحصل تخمر مع S.cereviceae var. Malaga بدرجة حرارة الغرفة واس هيدروجيني 4,5 فأن العصير المركز 4% من الانثوسيانانات لتحسين قابلية الحفظ

7. كرز maraschino: الكرز المملح يكون مصبوغ مع مستخلص انثوسيانين الفجل وان اللون المستحصل عليه مشابه الى ذلك الذي يصل مع FD & C Red No.49 ألتخليقي.

8. مستخلصات تفل التفاح: عندما يجفد بوجود مالتودكسترينات ذو مكافئ دكستران 20، فأن قابلية الحفظ تزداد ولمدة شهرين بدرجة 50 م\0,5 نشاط مائي وأكثر من 5 سنوات مع نشاط مائي اقل من 0,3.

9. الفراولة أو الشليك: عند إضافة السكروز والإسراع من عملية التجميد يسبب ثبات الصبغة ويقلل من تفاعلات الاسمرار وهذا التأثير مرتبط مع تثبيط الإنزيمات الهاضمة ومع تداخلات مع تفاعلات تكثيف.

10. Litchi طازج: المغطى مع 1-2% من chitosan ومخزون بدرجة 4م ورطوبة نسبية 90%، فأن قابلية الحفظ تزداد والارتباط مع تثبيط إنزيمات متعدد الفينول اوكسييديز والبيروكسيديز.

ارتفاع درجة الحرارة وزيادة مستوزى السكر، الاس الهيدروجيني، حامض الاسكوربيك والمضافات الاخرى ومواد التغطية لها تأثير على سرعة التحطيم وان درجة الحرارة عامل مهم وهدم الصبغة يكون دليل وان الجالكون وهو الشكل غير الملون يتكون ويهدجمن الى منتجات سمراء وعند عدم زيادة التسخين فأن اللون يعاد بعد مرحلة التنبريد لعد ساعات ومبني على اساس هذا التحويل للانثوسيانات المقترحة كمعلمات وعندما عصير توت العليق saseberry يعامل بسوء فأنه يلاحظ ارتفاع مستويات اللون للجزيئات المتعددة بدلا من صبغات الانثوسيانات احادية الجزيئة وان لون الجزيئات المتعددة يكون معلم للنوعية الضعيفة لبعض المنتجات.

قابلية ثبات اللون الصناعي

معظم المشاكل الشائعة في استعمال الألوان في الغذاء الذي لها علاقة الى قابلية الثبات للحصول على لون المنتجات وكيف يتداخل اللون مع المكونات الأخرى الذي تكون طيف وهي العملية الذي يوصي بها لإدامة النوعية النهائية بالإضافة الى التعبئة وقابلية الحفظ اللازمة الظروف المختلفة الذي تكون شائعة في الغذاء الصبغات الذائبة في الماء ويسلك لونها بسبب كونها مذابة في المذيب وان الصبغات تسلك

قابلية ثبات جيدة للأس الهيدروجيني لوجود الحوامض أو السكريات الشائعة المستعملة في تكوين تركيبات الغذاء مثل اللون الأحمر رقم 40 والأصفر رقم 5 و6 وفي القلويات فأن اللون الأصفر رقم 5 ورقم 6 تكون ثابت الا أن الأصفر رقم 5 مع هيدروكسيد الصوديوم تكون غير ثابتة، ومضافات الأغذية المستعملة لحفظ الغذاء الذي تؤثر على قابلية ثبات اللون وان اللون الأحمر رقم 40 والخضر السريع أكثر ثبات من الصبغات الأخرى وقابلية الذوبان بصورة عامة وتوافر الماء من المشاكل الذي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار كما في الأحمر رقم 3، وليس كافيا آن تجد ألوان مع قابلية ثبات جيدة وان الأزرق رقم 1يملك أفضل قابلية ثبات أس هيدروجيني من الأزرق رقم 2 إلا انه لا يمكن تجهيز طيف المنتج اللازم، المعلومات أعلاه الذي تكون مستعملة في ارتباط مع الستراتيجات الأخرى لذلك يجب الانتخاب الصحيح للصبغات وان الصبغة المستعملة لإنتاج اللون خلال المنتج.

الفصل السادس

المواد الملونة كمستحضرات غذائية دوائية

المواد الملونة كمستحضرات غذائية دوائية

الأغذية التقليدية يمكن تقيمها بواسطة القيمة الغذائية الذي تكون مرتبطة مع مكوناتها الذي تكون أساسية لإدامة الحياة وان المكونات الغذائية تصنف كمكونات غذائية دقيقة وكبيرة لان الأغذية تحتوي مواد تستطيع أن تنتج تأثيرات غير مرغوبة ويمكن معرفة النوعية الغذائية للغذاء من:

1) **المكونات الغذائية الكبيرة:** تكون حوالي 99% من الغذاء الكلي وهي:

أ. **البروتينات:** وهي ذات وظائف تركيبية، هرمونات، أنزيمات يحتاجها الإنسان بسبب احتوائها على الأحماض الامينية الأساسية.

ب. **الكربوهيدرات:** وهي المصدر الرئيسي للطاقة

ج. **اللبيدات:** وهي مصدر الطاقة والذي تكون مهمة كمكونات غشائية واللبيدات الأساسية يجب إن تجهز في الغذاء.

2) **المكونات الغذائية الدقيقة:** وهي تمثل حوالي 1% من الغذاء الكلي وهي أساسية مقارنة مع المكونات الغذائية الكبيرة وتتضمن الفيتامينات والعناصر المعدنية الدقيقة لان توازن الجسم للكائنات الحية يعتمد على وجود كميات قليلة جدا من الفيتامينات والمعادن الفيتامينات هي مركبات عضوية معقدة موجودة طبيعيا في الأنسجة النباتية والحيوانية وهي عوامل مرافقة في تنظيم العديد من العمليات الايضية والمعادن تلعب دوراً مهماً في إدامة الوظائف العصبية والعضلية وتنظيم موازنة الماء والايض، تكوين الهيكل العظمي والتحويل للطاقة، الكروميوم مهم في ايض الكربوهيدرات، الكوبالت مهم في الجهاز المناعي، النحاس مهم في ايض الحديد والعظام وتطور الأنسجة المرنة، المنغنيز يعمل كعامل مرافق للإنزيمات superoxidedismutase والزنك مهم في نقل ثاني اوكسيد الكربون وفي الاستفادة من فيتامين A

3) **العوامل المضادة الغذائية:** وتتضمن التنينات، حامض الفايتيك، السابونينات ومثبطات الإنزيمات وان وجودها في الغذاء يقدر نوعيته وهي تتداخل مع البروتينات وتثبيطها، الأغذية والإمراض تظهر علاقة قوية لان زيادة أي مكون

غذائي في الغذاء مرتبط مع التأثيرات الفسيولوجية أي أن هناك علاقة بين الغذاء ومرض السرطان وان الأغذية الطبيعية تكون ملوثه مع السموم الفطرية وهي تحتوي مركبات متسرطنة أخرى مثل glyoxal,methylglyoxal ,diacetyl,hydrazine derivaties ,alquilbencenes,alkaloids saponins, phenolics, معظم المطفرات والمركبات المتسرطنة تكون طبيعية وتتولد بصورة رئيسية من النباتات وهي منتجة خلال الخزن وعمليات التصنيع للغذاء وان المنتجات النباتية هي مصدر رئيسي للمركبات مع صفات صحية مفيدة فأن فيتامين حامض الاسكوربيك يثبط تكوين النتروزامينات وان فيتامين A يلعب دوراً مهماً في عملية الرؤية وعدد كبير من العمليات الايضية وان السيلينيوم عنصر مهم الذي يوقف تحفيز وتكاثر السرطان حيث أن المطفرات ومولدات السرطان الذي تنتج بصورة رئيسية خلال عمليات تصنيع الغذاء بينما استهلاك المبيدات الحشرية الطبيعية يمكن أن يقدر 1,5 غم\شخص\يوم الذي يكون 10000 أكثر من استهلاك المبيدات الحشرية الصناعية أما السرطان فهو احد أهم أمراض التهديد في الكثير من دول العالم حيث يشكل 35% من موت السرطان مرتبط مع العادات والسلوك الغذائي وان الاستهلاك المألوف للفواكه والخضراوات عادة غذائية جيدة لأنها مصدر رئيسي للمواد الكيماوية الضوئية مع نشاط مضاد للسرطان وخلال النصف الأول من القرن العشرين فأن علم الأغذية ثبت على نقص التغذية وإستراتيجية تحوير الغذاء لتصحيح العجز الغذائي وفي بداية القرن العشرين، أمكن إعادة علاج أمراض عجز التغذية مثل الكساح، الإسقربوط، البربري والبلاكرا الذي تكون من الأمراض الالتهابية وفي وقت مبكر من عام 1900 اكتشف العلماء بأن الغذاء الحاوي فيتامينات ومعادن أساسية عندما تفقد تلك المكونات الغذائية في الغذاء تسبب الأمراض وان تناول الكبد مهم في علاج العشو الليلي ومن المركبات الفعالة هو فيتامين A الذي كان معروف كيماويا حتى عام 1913، الفقر يبقى السبب الرئيسي للجوع وسوء التغذية والمرض والموت، سوء التغذية الحاد يقتل حوالي 12 مليون طفل كل عام بالإضافة الى ذلك هناك أطفال وشباب مع عجز مكونات الغذاء المزمنة وتحت الحادة والحادة مثل الحديد، الزنك، فيتامين A الذي تكون ناتجة في تأثيرات عقلية فيزياوية دائمة وفي النصف الثاني من القرن العشرين

حصل تطور في الاقتصاد العالمي مما حول ذلك سوء التغذية الى زيادة التغذية مما حور الأغذية نحو المشاكل الصحية العامة المرتبطة بالغذاء واليوم أصبح من المقبول بأن تكون الصفات الوظيفية لمكونات الغذاء خلف التغذية للوصول الى تحوير الأنظمة الفسيولوجية (المناعية، الغدد الصماء، العصبية، الدورة الدموية والهضمية) وان أكثر من 90% من السكان لا يعتقدون بأن الفواكه، الخضراوات والحبوب تحتوي مواد تحدث طبيعيا تساعد في منع ومعالجة الأمراض وحتى السرطان وأكثر من 50% يعتقدون بأن الغذاء يستطيع أن يكون بديلا عن الكثير من الأدوية ولذلك يعتبر الغذاء كوسيلة لمنع المرض والمعالجة الذاتية لظروف الصحة الخاصة ويمكن استعمال حامض الاسكوربيك لمنع أو معالجة البرد، السرطان والأنفلونزا وان فيتامين C,E وبيتا كاروتين تلعب دوراً مهماً في حماية الخلايا من تلف الجذر الحر التأكسدي وان الغذاء الغني في الفواكه والخضراوات والمكونات الغذائية المضادة للأكسدة الذي تخفض من مخاطر مرض القلب التاجي وبعض أنواع السرطان ويمكن استعمال الغذاء كدواء لأنه هناك علاقة بين الغذاء والمرض المزمن والسرطان ومنع أمراض العجز أو النقص الغذائي يحفز الصحة العامة وإطالة الحياة ونوعية الحياة وعلى هذا الأساس يمكن تعريف Nutraceutical هو أي مادة الذي يمكن أن تكون غذاء أو جزء من الغذاء الذي تجهز فوائد صحية أو طبية منها منع ومعالجة المرض، الاغذية الوظيفية هي أي غذاء محور أو مكونات غذائية الذي يمكن أن تجهز فوائد صحية بالإضافة الى المكونات الغذائية التقليدية، Pharmfood أو medical food وهي الغذاء أو المكونات الغذائية الذي تعطي فوائد طبية وصحية منها منع ومعالجة المرض وهذه التعاريف تختلف من بلد لأخر وهي Nutraceutical لا توجد تحت التشريعات القانونية لبعض الدول في العالم بينما الاغذية الوظيفية يمكن تعريفها بأنها الأغذية المستعملة لصحة خاصة وهذا التعريف موجود في التشريعات القانونية في اليابان ويطلق عليها Foods for specific health use أو FOSHU وهو الغذاء المصنع الذي يحتوي مكونات غذائية الذي تساعد في وظائف الجسم الخاصة بالإضافة الى التغذية وهي تتضمن الألياف الغذائية، السكريات المتعددة القصير oligosaccharides، الكحولات السكرية، الأحماض الدهنيه عديدة عدم الإشباع، الببتيدات والبروتينات، الكلايكوسيدات،

الايزوبرينويدات والفيتامينات، الكحولاتوالفينولات، الكولينات، بكتريا حامض اللاكتيك، المعادن والمكونات الأخرى وهي تشير الى طبيعة الفعالية للصحة فالأغذية الوظيفية هي إحدى الاغذية الذي فيها تركيز واحد أو أكثر من المكونات الغذائية مهمة لزيادة أهميتها الصحية وهي تستعمل للأغراض العلاجية وتحتوي الفيتامينات والمعادن ويمكن التميز بين الغذاء المدعم والغذاء الوظيفي فالغذاء المدعم هو المستعمل أوليا ليساعد في منع العجز الغذائي بينما الغذائي الوظيفي يكون خارج التغذية وهو يساعد لمنع أو معالجة المرض وتقدم في الصحة العامة للفرد وعلى أساس تلك الفروقات فأن الغذاء المدعم هو نوع من الغذاء الوظيفي وتحت التشريعات القانونية فأن الغذاء الطبي يحتاج تقييم للسماح الصحي وان الأغذية الوظيفية والمستحضرات الدوائية –الغذائية هي مواد أمينة ويمكن إنتاجها تجاريا والذي تحتوي الفيتامينات، المعادن، الإعشاب والمكونات النباتية الأخرى، الأحماض الامينية وأي مادة غذائية تستعمل بواسطة الإنسان لدعم الغذاء بواسطة زيادة تناول الغذاء الكلي وتعلم المستحضرات الدوائية – الغذائية بأنها مدعمات غذائية والذي لا تستعمل كغذاء تقليدي أو مادة مباعة من اللحم أو الغذاء فالألياف الغذائية تحفز نشاط البكتريا في القولون، الانيولين وهوoligofructose. Psylium هو ألياف غذائية الذي تقلل مخاطر بعض الأمراض المزمنة بواسطة خفض مستويات الكلسيريدات الثلاثية في الدم وزيادة مستوى البروتينات الدهنيه مرتفعة الكثافة good cholesterol وزيادة وزن البراز stool والسيطرة على كلوكوز الدم وإمكانية مع سرطان القولون، تحفيز بكتريا بيفيدس وتعبير الأغذية الوظيفية هو حركة أكثر سرعه من التشريع الفيدرالي والشركات الدوائية بدأت تغير إستراتيجيتها بدلا من تطور الدواء فإنها بدأت تبحث عن المستحضرات الدوائية– الغذائية أو الأغذية الوظيفية لأن الدواء يحتاج حوالي 10 سنوات للتأكد من سلامة استخدامه ويكون مكلف بينما تلك لمستحضرات يمكن التأكد من سلامتها خلال 3 سنوات وتكون اقل كلفة المنتجات المختلفة تملك صفات دوائية – غذائية وان منتجات Monsanto تنتج من زيت فول الصويا مع مستويات عالية من estearate و laureate وزيت الطحالب الذي والذي تحتوي اوميكا– 3.

الاختيار: الأمان، المذاق، الملائمة والقيمة هي العوامل الذي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المستهلك عندما يريد شراءه المنتجات الغذائية وان المستهلك ينظر الى الغذاء الذي يجهز الفوائد بالإضافة الى القيم الغذائية التقليدية اعتمادا على المكونات المفيدة الصحية والفسيولوجية وهي العناصر الذي يختارها للأغذية الوظيفية أو الأغذية الصحية الطبيعية وان الغذاء يعزى الى 6-8 أسباب مؤدية الى الموت ولغاية 70% من بعض الأمراض السرطانية تعزى الى الغذاء.

المكونات الغذائية المهمة للصحة

1. **حامض الفوليك**: وهو فيتامين ضروري لمنع عيوب الولادة الأنبوبية العصبية والمرأة الحامل تستهلك 400 ميكروغرام\يوم ويمكن إضافة حامض الفوليك الى منتجات الحبوب لكي تكون فعالة والذي تضاف لمنع الإمراض بدلا من تجهيز المتطلبات اليومية وهو يضاف لخفض خطر عيوب الولادة الأنبوبية العصبية.
2. **حامض الاسكوربيك**: يستعمل في مستوى في مدى 80 -200 ملغم اللازم لتقليل مخاطر المرض الخاص.
3. **المعادن**: الكالسيوم، الفسفور والكروميوم وهي اللازمة لإدامة العظام الصحية.
4. **قشرة Psyllium ومشتقاته**: نخالة الشوفان تعتبر من العوامل الخافضة للكولسترول.
5. **الأحماض الدهنية**: يمكن الاستفادة من eicosapentanenoic acid, docosahexaenoic acid, omega-3s faaty acids في المدعمات الغذائية حيث أن الاحماض الدهنية الاساسية من نوع اوميكا-3 يخفض خطر مرض القلب التاجي والذي يمكن وجود هذا الحامض ألدهني في الأسماك والذي يمكن أن تؤثر على خفض خطر مرض القلب التاجي.
6. **الفيتامينات الأخرى**: يمكن دعم الأغذية بواسطة المدعمات الحاوية فيتامينات B_6, B_{12} الذي ترتبط مع خفض مستويات الهوموسستائيين في الدم الذي يخفض خطر مرض القلب التاجي.

الاحتياجات الخاصة: الأمراض الرئيسية هي ارتفاع الكولسترول، ارتفاع ضغط الدم، السمنة والسرطان وهي من الأمراض الشائعة في العالم وان كل مرض يملك

متطلبات غذائية خاصة وان الصناعة يجب أن تطور منتجات غذائية لأصحاب الاحتياجات الخاصة فأن ثلث العالم يعانون من زيادة وزن الجسم ومع تقدم عمر الإنسان تزداد لديه الأمراض وزيادة الأمراض لدى الشخص تزيد من الكلفة الاقتصادية والرعاية الصحية وان اختيار المنتجات الطبيعية يحتاج الى أفضل خبرة في الحياة وهناك نسبة عالية من النساء تعاني من لين العظام الذين يكونوا بحاجة الى منتجات غذائية غنية في الكالسيوم، الفوسفات، فيتامين D وهناك نوعين من البروتينات المهة للعظم هي ostecalcin matrix Gla-protein بالإضافة الى الاستروجينات النباتية اللازمة كما يمكن الحاجة الى تطور منتجات خاصة مثل بروتينات الألبان الذي تزيد المناعة للرضع وإنتاج لاكتوفيرين لمنع الإسهال للأطفال حديثي الولادة والأغذية الحاوية الزنك وفيتامينات B المركب لنمو الأطفال والأغذية الغنية في الكالسيوم للنساء والأغذية الغنية بالأحماض الامينية المتفرعة للرياضيين الشباب وإنتاج مشروبات تغذية للنساء المتأثرات بواسطة سن اليأس أو إنتاج Memospausive وهي مشروب يحتوي 100ملغم من ايزوفلافونات الصويا مع الأعشاب ومكونات غذائية وكذلك تحتوي كلايكوماكروببتيد وببتيدات شرش مشتقة من الكيزين الذي تساعد في منع تجاويف الأسنان وتؤثر على تخثر الدم وتتداخل مع الأجسام المضادة وتحمي من البكتريا والكدمات إما Actisure فهو منتج طور في فرنسا الذي يحفز نمو بكتريا بيفيدس لضمان صحة المعدة ويحافظ على البكتريا المفيدة ويقلل من البكتريا الضارة ويعطي مناعة وتحسين امتصاص المعادن ويخفض الكلسيريدات الثلاثية والكولسترول ويخفض وقت نقل الفضلات وزيادة وزن stool ويمنع الإمساك ومن الأغذية الصحية للأطفال مثل Yo Baby واليوغارت العضوي مع 6 مزارع بكتيرية حيه الذي تملك تأثيرات علاجية على إسهال البكتريا والفيروسات واستعمال الحبوب في وجبة الصباح يحسن من عملية التعلم لطلاب المدارس كما هناك حاجة الى مشروبات الطاقة الذي تزيد من مثيرات العواطف، المشروب الصحي يتكون من مشروب فاكهة يحتوي عصير cranberry مصنع مع طعم فاكهة التنين ويزداد مع المساء عنب الدب أو زهرة الربيع، برسيم احمر، astragalus، إكليل الجبل، مستخلص الشاي الأخضر، معقدات فيتامينات C,B، الكالسيوم والزنك أو قد يتكون من 10% مشروب عصير مصنع من طعمpunch استوائي وزيادة من جنسينغ، كولا، saw palmetto، سيلينيوم، زنك وفيتامين A وC أو Rasberry

Rendezvous يصنع مع طعم توت العليق raspberry وعنب الدب وزيادة من مستخلص جنسينغ طبيعي أو Intelligent Quisine والذي ينتج للأشخاص مع احتياجات غذائية خاصة لتقليل مستويات الكولسترول وسكر الدم وضغط الدم والذي يحتوي فيتامينات E, C, B_{12},B_6,B_2,B_1, A أو مستخلص الشاي الأخضر T-30A & T-90S الذي يحتوي 30 و90% فينول متعدد على التوالي والمدعم مع -omega 3-sfatty acids أو Pasta sauces & Naked juices الغني في اوميكا – 3- أحماض دهنية أو Benecol الذي هو مارجرين خافض للكولسترول الذي يحتوي دهن santol نباتي الذي يحدد امتصاص الكولسترول من القناة الهضمية أو PMS Escape وهو منتج لأغراض premenstrual الذي يدعم مستويات serotonin في الدماغ أو Serotain الذي يحصل عليه من مستخلص Griffonia simlicifolia وهي نبات طبي غرب إفريقيا الذي تحتوي 5-هيدروكسي تربتوفين الذي تظهر تجهيز خلايا الدماغ مع مادة أساسية لزيادة محتوى السيروتونين وهذا المنتج يخفض الشهية ويرفع المزاج ويعمل كمساعد للنوم أو Kraft Taste يحتوي فيتامين E أو Viactiv وهو علك كالسيوم مطعم مع الشيكولاته أو AdvantaSoy وهو منتج يحتوي ايزوفلافون الصويا أو AdvantaSoy complete الذي يحتوي 2,25% ويستعمل في صناعة المعجنات الفرنسية أو Harmony breakfast cereal الذي تحتوي حبوب كاملة، كالسيوم، بروتين فول الصويا وفيتامينات مختلفة ومعادن مهمة للمرأة أو Luna وهو غذاء كامل للنساء وهو يحتوي بروتين فول الصويا ، كالسيوم، حامض الفوليك، زنك، حديد ومضادات أكسدة أو Garomax وهو منتج مصنع من الفواكه من شجرة carob ومحتوى الألياف الغذائية فيه تصل الى أكثر من 80% ويتميز بارتفاع مستوى اللكنينات، الفينولات المتعددة و pinitol وهو خافض للكولسترول تصل 7,8% وخفض مستوى الكولسترول بروتين دهني منخفض الكثافة يصل الى 12,1% بعد 6 أسابيع من النظام الغذائي أو BioZate وهو محلل بروتين شرش لخفض ارتفاع ضغط الدم وتحصل زيادة في استهلاك الفواكه مثل الخوخ، الشليك، التو ، الليمون، الاوفوكادو ، الأناناس الذي تخفض الدهن وتزيد من تناول الألياف وتخفض الكولسترول المهمة في الصحة العامة حيث يمكن دعم الأغذية بالفيتامينات والإعشاب ومنتجات الطاقة والمشروبات والمساحيق الذي تسرع من النمو الأغذية الوظيفية والمدعمة لها فوائد صحية وعلاجية مهمة.

الاتجاهات الجديدة New Tendencies: دعم الأغذية مع محفزات النمو أصبح من التقاليد والعادات في المستقبل في تطور الأغذية الصحية الغنية بالحامض ألدهني من نوع اوميكا-3 طويلة السلسلة عديدة عدم الإشباع وهي الفرصة الرئيسية للأغذية والمشروبات الحديثة حيث أن هذا الحامض الدهني مرتبط مع خفض الكولسترول مما يخفض خطر العديد من الأمراض المهمة مثل ارتفاع الضغط، أمراض القلب الوعائية، تصلب الشرايين وان تناول السمك مرة واحدة في الأسبوع يخفض من خطر الموت المفاجئ المرتبط مع مرض القلب التاجي واستهلاك زيت السمك يساعد في الحماية ضد السرطان وزيادة استهلاك الاحماض الدهنية من نوع اوميكا-3 في الغذاء له علاقة بتلك الأمراض وان الأعشاب تلعب دوراً مهماً في المواد الصيدلانية مثل الثوم والجنسينغ وهناك العديد من الإمراض المزمنة الذي تحدث بسبب جينات الإنسان الذي تغير الصفات الوظيفية مثل طول حياة الإنسان وانه يكن تنظيم المواد الغذائية الذي تعمل على الجينات الخاصة وانخفاض كمية منتجات جينات الإنسان عن طريق الأغذية الخاصة الذي تمنع بدء بعض الأمراض المزمن بينما تزيد كمية منتجات الجينات الأخرى الذي تمنع بدء الأمراض المزمنة وهناك بعض المواد اللازمة في تطور الوظائف للخلايا والأعضاء بدون العودة الى الأحماض النووية أو البروتينات مثل اللبيدات، السكريات، التربيتالت، الأحماض العضوية المعروفة باسم metabolomics.

المكونات الغذائية كمستحضرات دوائية وغذائية

1. **المواد النباتية**: تعتبر المواد النباتية مصدر للأساسيات الطبية وان الأعشاب الخام بشكل شاي ومسحوق مكبسل من الامور الشائعة في السوق وان الاسياسيات الفعالة للنبات يكن التعرف عليها وعلى المكونات المعروفة طبيعيا وعلى أساس التركيب الكيماوي فأنه يكن انجاز مستحضرات جديدة ذات نشاط كبير وان المنتجات العشبية يكن نزعها من الاستعمالات الطبية التقليدية في منتصف القرن العشرين لأنها غير فعالة إلا إنها لا تكون مفيدة اقتصاديا كأدوية تركيبية جديدة وان الأدوية التركيبية الجديدة مع زيادة كفاءتها الذي تملك تأثيرات جانبية وكلفة عالية وان الأدوية التركيبية تحتاج الى

عناية قريبة من الجاني الصيدلاني لتطبيقها لافضل فائدة وهذه العوامل الثلاثة كالتأثيرات الجانبية، الكلفة العالية والمراقبة الطبية تجعل الناس يعودون الى العلاج الطبيعي وان الأدوية الخام تستعمل بدون أي عمليات تصنيع وهذه المنتجات تكون معتدلة وارخص من الأدوية التركيبية ويمكن الحصول عليها بدون وصفة طبية كما أن الأعشاب تصحح الأعراض الذي لا يمكن علاجها بالأدوية التركيبية ومن العوامل الإضافية الذي تؤثر على الحركة تجاه الأغذية الوظيفية هي العمر وزيادة كلفة الرعاية الصحية وطلب المستهلك للأغذية الصحية وتنظيم الغذاء واستعمال مستحضرات الأدوية– الغذائية في الغذاء اليومي هو وسيلة لخفض كلفة الرعاية الصحية وهيب لا تعزى الى طول الحياة فحسب، بل هو تعبير عن الحياة الطويلة ومن الأغذية الصحية هو الحليب، اللحم، البيض، الجبن، الخبز ومن الممكن الأسماك وألان في القرن العشرين فأن الأغذية الصحية تقريبا كل جزء قابل للأكل من النبات، الحبوب، الفواكه، الخضراوات والأسماك.

أ. البهارات spices: التأثيرات الصحية المفيدة للبهارات هي استخدامها مع المشروبات والغذاء وان الطبخ الهندي مشتق من الأساسيات العلاجية لها منذ فترة طويلة من الزمن الذي تمنع الأمراض العقلية، الفيزياوية وهي تستعمل في الوجبات الغذائية لخلق حالة من الصحة والأغذية المطبوخة مع البهارات هي أقدم شكل من علاج النكهة aromatherapy لان النكهة تحفز الإفرازات المعدية الذي تخلق الشهية ويستعمل هذا النوع من العلاج\ الزيوت الأساسية ورخاوة وتحفيز الجسم، تخلق طبع موجب وتشفي من أعراض البرد ومشاكل التنفس وألم العضلات، فأن البهارات لا تستعمل فقط في الطبخ فحسب، بل تضاف الى الحليب، الشاي، الماء الساخن، السمنة (الزبد المنقى) أو السكر لتعطي شفاء مرغوبة، الفلفل الحار chilli peppers يضاف الى الحليب لخفض الانتفاخ، ويستعمل الكركم مع الحليب لخفض السعال والبرد (النشلة) بينما خلط الزعفران مع السمنة لمنع ألم القولون وهذه الأمثلة تعطي فكرة عن القيمة للبهارات كوسيلة لشفاء ومكملة للدواء وعلاقتها البهارات مع المكونات الفعالة في البهارات فأن الصبغات تعزى الى الستيرولات، الاحماض الفينولية،

الفلافونويـدات، التربينويـدات الثلاثيـة، التربينويـدات الاحاديـة، الاسـتيلينات المتعـددة phtalides,cuumarins capsaicinoids وانparsley، الثـوم، البصل، الفلفل الحار والخردل mustard تملك صفات علاجية عديدة وهي تحفز إنتاج الإنزيمات الذي تزيل السموم المسرطنة وتثبط تخليق الكولسـترول، توقـف الاستر وجين وهو هرمون جنسي، تخفض ضغط الدم وتمنع تخثر الـدم، اسـتعمال الثـوم ذكـر في العديـد مـن المصـادر حيـث انـه لـه علاقـة مـع المشـاكل القلبيـة، الصداع، العضات، الديدان، الجروح والأورام ويحتوي فص الثوم عدد محـدود مـن المركبات الكبريتية العضوية مثلallin,γ-glutamyl–allylcysteine وهذه المركبات أو منتجاتها الايضية مسؤوله عـن العديـد مـن الصـفات الطبيـة وان الثوم يملك سابونينات ستيرويدية الذي تملك مضادات فطرية وتأثيرات خافضـة للكولسـترول وتـأثيرات مفيـدة علـى الجهـاز الوعـائي القلـبي وتزيـد مـن نشـاط fibrinolytic وتثبط تجمع الصفيحات ويخفض ضغط الـدم ومعادلـة اللبيـدات ومـن المركبـات الكبريتيـة العضـوية مثـل S-alk(en)yl cysteines و λ- glutamyl-S-alk(en)yl cysteines المشتقة من الثوم تثـبط 20- 60% من التخليق الحيوي للكولسترول في الخلايا الكبدية المزروعـة أوليـا ومـن خـلال الـتغيرات الايضـية وكـذلك تكـون مركبـات thioallyl فعالـة في إيقـاف الأورام المستحدثة كيماويا، المركبات المكبرتة عضويا المختلفة تثبط نمو خلايـا الأورام في القولـون البشـرية بواسـطة اسـتحداث مـوت خلـوي مـبرمج أو اسـتماتة apoptosis ومنـع انقسـام الخليـة وان S-methyl-cysteine تملـك صـفات مضاد للسرطان في نموذج تخليق المتسرطنات الكبديـة الـذي تكون مرتبطـة مـع تثبـيط إنـزيم glutathione–S-transferase وان Diallyl disulfide يخفض نمو H-ras وهو منتج جيني مشفر في الكروموسوم II الـذي يتضـمن نمـو الخلية ومن ثم تطفيرها الذي ينتج نمـو غـير مسـيطر عليـه مثـل oncogene– transformed tumers في الجرذي بواسطة تثبيط ارتباط الغشـاء في p2IH –ras وبسـبب التـأثيرات المضـادة للميكروبـات فـأن الثـوم يسـتعمل لمعالجـة الدزنتري الأميي والالتهابات الأخرى بواسطة Heliobacter pylori، النشاط الصيدلاني للأصناف مرتبط مع نشاطها المضاد للأكسدة والنشاط لمستخلصات أنواع البهـارات مقارنـة مقابـل مضـاهي فيتـامين E وان oregano مـن صـنف

thyme وهو مضاد أكسدة ممتاز في خفض الرتبة الزعتر Origanum spp. من صنف Thymus vulgaris، القصعين sage من صنف Salvia officinalis، الدارسين أو القرفة cinnamon من صنف Cinnamomumcassia، إكليل الجبل أو الزمار من صنف Rosemarinus officialis، جوزه الطيب nutmeg من صنف Myristica fragrans والفلفل الأسود من صنف Piper nigrum، إكليل الجبل والقصعين تحتوي حامض carnosic الذي من خلال تفاعلات الأكسدة يولد carnosol rosemanol, ومضادات أكسدة أخرى ويستخلص إكليل الجبل ومعزول carnosol من rosemary oleaoresin الذي تظهر بعض النشاط المضاد للسرطان عندما تدرس في سرطان الجلد والغدة اللبنية (الثدي) وان آلية الإصلاح\الاستبدال تكون أكثر أهمية من آلية الجذر الحر، بعض الأنظمة الاسترجاعية تتضمن أنظمة التنشيط الذي تنزع المواد الكيماوية الغريبة مثل إنزيمات P-450 وإنزيم كلوتاثايون S-transferase، تثبيط المواد الذي تكون أو تنشط الأمراض السرطانية أو المواد للسرطان، تنشط أنظمة إصلاح DNA ودعم دورة حياة الخلية الاعتيادية بواسطة تقييم الخلية الى صفة التقسيم، الأنشطة المضادة للأورام السرطانية القوية جدا موجودة في عدد من مستخلصات البهارات الخام مثل قيم IC_{50} (تركيز يسبب تثبيط 50% من العديد من الأورام) في جوز الطيب هو 3,52 جزء بالمليون، 1,66 جزء بالمليون من القرفة، 1,24 جزء بالمليون في الزعتر، 0,86 جزء بالمليون للنعناع mint من صنف Mehtha spp.، 0,69 جزء بالمليون لإكليل الجبل، 0,7 جزء بالمليون للقصعين من صنفSalvia officinalis، 0,95 جزء بالمليون للفلفل الأسود و0,45 جزء بالمليون في الريحان basil من صنف Ocimum basilicum ويمكن استعمالteas functional من ارتباط teas أو المواد النباتية الأخرى مثل البهارات والأعشاب أو دعم خاص لإنتاج فوائد فسيولوجية أو فسيولوجية خاصة بالإضافة الى الفوائد الوراثية وتستخدم تلك المنتجات في الطاقة، الاستعمالات الطبية وفقد الوزن.

ب. الحبوب أو البقول: التناول الكبير من الحبوب مرتبط مع خفض خطر السرطان وخاصة سرطانات القناة الهضمية مثل سرطان المعدة والقولون لأن الحبوب

تحتوي ألياف غذائية بالإضافة الى عوامل مضادة للسرطان مثل الكاروتينويدات، التوكوفيرولات والتوكوثلاثي اينولات، السيلينيوم والفينولات مثل الفلانويدات واللكنين بالإضافة الى الفايتواستروجينات، السليلوز ونخالة الحنطة تخفض تركيز حامض الصفراء ألبرازي بينما الشوفان ونخالة الذرة تسلك تأثير مضاد وارتفاع تركيز حامض الصفراء ألبرازي يكون أحد عوامل الخطر لمولدات سرطان القولون في الإنسان والحيوان، الألياف تحور التركيب الكيماوي لمكروفلورا الأمعاء ويغير من تحويل حامض الصفراء الأولي الى أحماض صفراء ثانوية الذي تحفز تكاثر الخلايا الذي تدعم الطفرات وتزيد من تكرار الخلايا الشاذة ومضادات الأكسدة تخفض خطر السرطان بواسطة منع إنتاج أو بواسطة الجذور الحرة الفعالة أو بواسطة زيادة نشاط إنزيمات إزالة السموم، مضادات الأكسدة تتضمن المكونات الغذائية مثل الفيتامينات C,E وبيتا كاروتين والعناصر النادرة مثل السيلينيوم، النحاس، الزنك والمنغنيز الذي تكون مكونات من الإنزيمات المضادة للتأكسد والمكونات غير الغذائية مثل المركبات الفينولية كأحماض اللينوليك واللكنانات، الحبوب الغنية في الأحماض الفينولية تقدر 500 ملغم\كغم الذي توجد بصورة رئيسية في الطبقات الخارجية من الحبوب ففي نخالة الحنطة مضاد الأكسدة الرئيسي هو حامض ferulic, vanillic,p-coumaric وارتباط المركبات الفينولية له علاقة مع الأنشطة المضادة للسرطان وان اللكنانات والايزوفلافونويدات هي استروجينات نباتية بسبب تشابهها مع الاستروجينات تحفز نمو الخلايا في سرطان الثدي بينما مضادات الاستروجينات توقف الاستروجين المستحدث بواسطة تأثيرات hypertrophic واللكنانات تملك نشاط استروجيني قليل وهي تحمي ضد السرطان المعتمد على الاستر وجين كجرعة Tamoxifen وهو أحد الأدوية المستعملة بنجاح لمعالجة سرطان الثدي.

ج. فول الصويا: استهلاك فول الصويا مهم جدا بسبب الصفات التغذية – الدوائية ومن المكونات وخواص التغذية – الأدوية لفول الصويا الى:

1. البروتينات: تحتوي 40% بروتين وكل الأحماض الامينية الأساسية الذي تماثل متطلبات الإنسان والحيوان وان قابلية هضم البروتين قريبة الى 1 ومشابه الى بروتينات بياض البيض والكيزين.
2. الزيوت: تحتوي 20% زيت وهو غني في الأحماض الدهنيه غير المشبعة مثل اللينوليك واللينولينيك وهي زيوت صحية.
3. السكريات المتعددة القصيرة **oligosaccharides**: فول الصويا الناضجة تحوي بصورة رئيسية الرافينوز 0,1 – 0,9% وستاجيوز stachyose 1,4– 4,1% والذي تكون مرتبطة مع المنتج المتغير بعد الاستهلاك البشري وان تلك السكريات تكون حيوية أولية prebiotics وهي منتشرة تجاريا على نطاق واسع في العالم.
4. الايزوفلافونات: هناك وجود 12 متناظر من daidzein و genistein glycitein(aglycones) الذي تتحول الى daidzin,genistin,glycitin بعد إضافة الكلايكوسيل وان الايزوفلافون يحتوي 1–4 ملغم\غم الايزوفلافونات تثبط نمو الخلايا السرطانية وتخفض مستوى الكولسترول وتثبط ترسيب المعادن في العظام.
5. الفايتات **phytate**: تحتوي 1 – 1,47% وهي ذات تأثيرات مانعة ضد السرطان ومرض القلب الوعائي.

فوائد فول الصويا لها علاقة مع انخفاض مستويات الكولسترول وخفض خطر العديد من الأمراض المزمنة مثل السرطان، أمراض القلب، لين العظام osteoporosis وان التأثير الخافض للكولسترول مرتبط مع الايزوفلافونات الذي تستحدث خفض في كولسترول البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (كولسترول ردئ) والكلي وبروتين فول الصويا هو سلاح ضد مرض القلب التاجي وانخفاض 1% في الكولسترول يخفض خطر مرض القلب التاجي والتناول اليومي من 20 الى 50 غم من معزول بروتين فول الصويا ناتج في خفض 20 –30% من خطر مرض القلب والمنتجات الغذائية الحاوية 6,25 غم من بروتين فول الصويا يخفض من الأحماض الدهنيه المشبعة والكولسترول الغذائي الذي يخفض من خطر مرض القلب والاعذية الذي تحمل اقل من 3% دهن والدهن المشبع اقل من 1 غم والكولسترول اقل من 20 ملغم،

يحتوي فول الصويا مواد كيماوية ضوئية أخرى الذي تفيد للصحة البشرية في كميات دقيقة والاستهلاك المنتظم لفول الصويا يخفض حدوث سرطانات الثدي، القولون والبروستات وأمراض القلب ولين العظام وان سابونينات فول الصويا تعيد السعة الجينية السمية ومثل 2-acetoxyacetyl–aminofluorene المسؤولة عن هذا النشاط والذي تعرف sapogenol B، هذا المركب يحمي خلايا المبيض للهامستر الصيني ضد تلف DNA المباشر وان الدور الفسيولوجي السابونينات لحماية فول الصويا ضد جذور الأوكسجين واستعمال مضادات الطفرات ومضادات السرطان في الغذاء هي من الطرق الفعالة لمنع السرطان وان الايزوفلافونات مثل daidzein,genistein من الصويا الذي تعمل ضد السرطان في العديد من الطرق أي بواسطة التداخل مع الإنزيات المحفزة للسرطان أو بواسطة إيقاف نشاط الهرمونات في الجسم أو بواسطة التداخل مع العملية الذي بواسطتها الأورام تستلم المكونات الغذائية والأوكسجين، الايزوفلافونات تثبط ترسيب العظم واستهلاك 40 غم\ يوم\ 6 شهور من بروتينات فول الصويا تزيد من محتوى المعادن وكثافة في lumbar spine والتأثيرات المفيدة لمعالجة مرض AlZheimer الذي يكون بسبب عجز الاستروجين وان الجزيئة المشتقة من فول الصويا تمنع الإنزيم الأساسي من نشر فيروسات الايدز وان منتجات فول الصويا تمنع أو تحمي ضد الأمراض مثل أمراض القلب الوعائية والسرطان وهي بروتينات بديلة لبروتين الحليب وهي مرتفعة في الحامض الاميني اللايسين ومنخفضة في المثيونين وهي تعطي صفات وظيفية مثل النسجة الهلامية المرنة والنعومة في الفم واللزوجة، وصفات فول الصويا بسبب تطور الحالات المختلفة مثل منتجات بروتين فول الصويا وأغذية الصويا الجديدة وأغذية غنية الصويا ومكونات الصويا الوظيفية ودعم الأغذية.

د. خضراوات الصليبية **cruciferous**: تتضمن اللهانه، Brussels sprouts، القرنابيط الذي تعرف لحمايتها ضد السرطان واستهلاكها يخفض خطر السرطان بواسطة 30 – 50% في الدول المتطورة اقتصاديا والتأثيرات الحامية يمكن ملاحظتها عند خطر سرطان البروستات عند استهلاك الخضراوات الصلبة، الرجال يستهلكون 28 أو أكثر saervings من الخضراوات لكل أسبوع تظهر 35% انخفاض في خطر سرطان البروستات مقارنة مع الذين

يتنـــاولون servings 14 لكــل أســبوع وان النباتـــات الصــليبية تحتـــوي glucosinolates الذي يتحول بواسطة الإنزيمـات الطبيعيـة myrosinases الى ايزوثايوسيانات كاستجابة دفاعيـة وان ايزوثايوسـيانات تسـتحدث إنزيمـات الحالة الثانية وهي إنزيمات إزالة السـموم ونشـاطها مـرتبط مـع صـفاتها المضـادة للسرطان وفي تلك النباتات فـأن الـدور الرئيسـي في تثبـيط نمـو الأورام يعـود الى inolcarbazol وهذه المادة تشجع الكائن البشـري لإنتـاج الإنـزيم الـذي يحطـم مولـدات السـرطان وهـي تخفـض مسـتوى الهرمونـات في الجسـم وفي هـذه الطريقـة يخفض نمـو الأورام المعتمـدة علـى الهرمونـات مثـل سـرطان الثـدي وبعـض أورام الجلد وعندما يكون مستوى الهرمونات منخفض فأن الأورام لا تنمو.

هـ. الفواكه والخضراوات: تكون متوفرة في الدول المتطورة وهي مصادر طبيعيـة مـن المكونات الغذائية، الألياف ومضادات الأكسدة وانه يمكن تقدير كميـة مـن تلـف DNA في الخلايـا اللمفيـة المحيطيـة وان عـدد مـن الطفـرات يمكـن خفضـها وإمكانية تطـور الأورام، الفواكـه والخضـراوات يمكـن ان تكـون لغايـة 20% مـن الغـذاء النبـاتي الـذي يتضـمن ارتفـاع مسـتوى المركبـات الفينوليـة وان بعـض المركبات الفينولية تكون عوامل إعاقـة للـنترات والـذي تمنـع تكـوين المركبـات النتروزو الذي ترتبط الى السرطان من nasopharynx,esophagus والمعدة، المركبات الفينولية هي جزء من أنظمة إزالـة السـموم وان العنبيـة blueberry يظهـر كأحـد الظـواهر والصـفات المهمـة في الفاكهـة وان المنتجـات منهـا ومـن أصناف أخرى من .Vaccinium sp والذي يمكن تسويقها كداعمات غذائيـة مع وظيفة تركيبية مثل تحفيز الرؤية الاعتيادية وزيادة رؤيـة العين وهـي تملـك مركبات مع نشاط مضاد للأكسدة العالية مع القابلية لإعاقة أكسدة البروتينـات الدهنية منخفضة الكثافة ومع الصـفات المضـادة للسـرطان، المضـادة للسـكري، المضـادة للطفـرات الوراثيـة ومضـادة للميكروبـات، العنبيـة يخفـض قـوة العـين وتحسن الدورة الدموية ويحمي ضد قرحة المعدة ومرض القلب الوعائي وان حب الخمان elderberry هو أحد الظواهر البراقة في الفاكهة والمنتجات من العنبية blueberry مهمة كمصدر للمركبات الفعالة وهي ارتفاع محتـوى الكالسـيوم في التين البري wild fig الـذي يجعلـها فاكهـة أساسية وهـي ثمـرة تحتـوي محتـوى مرتفع مـن المعـادن ومحتـوى الكالسيوم 53 ملغـم\ جـزء مـن الفاكهـة المجففـة

وتكون أكثر في الألياف من كل الفواكه الشائعة وهي تحتوي 20% قيمة يومية من الألياف مع 28% تكون ذائبة وان الألياف الذائبة تظهر إنها تساعد في السيطرة على سكر الدم وتخفض كولسترول الدم بواسطة ارتباطها إليه في القناة الهضمية وان السرطان يملك علاقة قوية مع الغذاء وهناك علاقة عكسية بين الاستهلاك للفاكهة والخضراوات وحدوث السرطان وبعض المركبات المعزولة من التين هي coumarins مثل ,psoralen, enelicin,marmesin umbeliferone,bergapten الذي تنتج جذور حرة وقنوات ضوئية من دنا الذي تثبط تكاثر خلايا السرطان وفي التين فأن الفايتوستيرولات الخافضة للكولسترول مثل لانوستيرول وستكما ستيرول الذي يمكن التعرف عليها وان المشاكل الصحية الرئيسية هي مرض القلب الوعائي، السرطان، الكولسترول، لين العظام، مرض السكري وارتفاع الضغط ويمكن توضيح أهمية الأغذية التالية وهي:

1. **الثوم:** يستعمل كمادة مجهضة abortifacient، مدر للطمث emmenagogue، ضد الإسهال، ارتفاع الضغط، ارتفاع ضغط الدم، السكري، تصلب الشرايين الدزنتري وطارد للديدان الأمعاءanthelminthic.
2. **فول الصويا:** يستعمل لمعالجة مرض الأوعية القلبية، لين العظام، السرطان، صدمة أو هجمة القلب وخفض مستويات الكولسترول.
3. **الجزر:** يستعمل كمضاد للسرطان ومعالجة كاتاراكت، الم الصدر وتستعمل البذور كمدرة وإيقاف الطمث الدزنتري وطاردة للديدان.
4. **البصل:** وهو يشبه الثوم، مضاد لارتفاع مستوى الكولسترول في الدم، انخفاض السكر في الدم، ضد الفطريات وخفض خطر سرطان المعدة.
5. **الشاي:** مدر، تحفيز CNS، كمضادة للسرطان، معالجة الدزنتري، التهاب المعدة والتهاب الكبد.
6. **الكركم:** يستعمل كمادة مجهضة، لمعالجة الإسهال، الأدمة، طاردة للديدان المعوية والتهاب الكبد.
7. **الحمضيات citrics:** تستعمل ضد الالتهابات، ضد البكتريا والفطريات، مضادة لارتفاع مستوى الكولسترول في الدم.

8. الحنطة الكلية: لمنع الإمساك ومضادة للسرطان ومضادة للطفيليات.
9. الطماطة: تستعمل ضد السرطان.
10. البروكلي Broccoli: لمعالجة السرطان، الكولسترول، ضد الفيروسات، ضد القرحة، السكري.
11. الشوفان Oat: تستعمل لخفض مستويات الكولسترول ولمعالجة السكري.
12. النعناع: لمرونة العضلات، ضد الانتفاخ، لتحفيز إفراز عصير الهضم والصفراء، معالجة القولون، معالجة المرض، التقرحات، الحمى، البرد، الأنفلونزا، الألم، الالتهابات.
13. البطاطا: تستعمل لمعالجة السرطان بواسطة المثبطات الإنزيمية ولمنع ارتفاع ضغط الدم والصدمة.
14. الفراولة: مضادة للفيروسات ومضادة للسرطان.

و. جنسنغ Ginseng: الجنسنغ من صنف Panax sp. من المنتجات الطبيعية الكورية والصينية والفيتنامية والهندية وهي مكونات فعالة حيويا تتضمن التربينات الثلاثية، السابونينات و ginsenosides الذي توجد في الجذور، الأوراق، توت النبات وهناك أكثر من 3 مركب من ginsenosides تم وصفها وان الجنسنغ تستحدث تغيرات في الايض العام الذي يتميز بزيادة الاستفادة من تخليق الكربوهيدرات أو أللبيد المعجل، البروتين والأحماض النووية ومع مرضى السكري غير المعتمد على الأنسولين فأنه هناك انخفاض معنوي في مستويات الكلوكوز عند الصيام ولا يعتمد على الأنسولين المصل هو يستعمل لخفض مستويات الكولسترول بواسطة تأثيراته على ايض اللبيدات وتأثيره على ايض الكلوكوز وتأثيره على الهايبوثالاماس وتحرير هرمون adrenocorticotropin الذي ينتج تأثيرات استروجينية مهمة ومكونات النبات هي مثبطات لتناول الدوبامين الذي يسبب تغيرات سلوكية مرتبطة مع تنظيم نقل حامض كاما-امينوبيوتريك وزيادة فعالية النبات في تحفيز التعليم والذاكرة وكذلك تحفيز الجهاز المناعي الخلوي وان ginsenosides يزيد نشاط إنزيم superoxide dismutasae القلبي وخفض المالوناليديهايد ومنتج ثانوي لأكسدة اللبيدات والذي تقترح بأن نشاط كسح الجذور في مكونات

النبات والنبات ينظم جريان الدم والأوعية القلبية من خلال تحوير الناقلات العصبية الاستل كولين وخفض حدوث سرطان الرئة والمعدة في الإنسان والنشاط المضاد للطفرات للنبات يتضمن إيقاف الآلية تجاه xenobiotoc أو توليد الأورام السرطانية المستحدثة بواسطة مولد السرطان الأولي ومن المكونات الكيماوية المهمة في النبات هي ginkgolides,flavonoids mginkgolic acid والمصدر المهم للمركب ginkgolides هو قلف الجذر وهذه المركبات تستعمل لمعالجة العمليات المرضية المختلفة منها الالتهابات النشاط المرتفع لطريق الهواء وتقرحات القناة المعدية – المعوية والنظام الكلوي والنظام العصبي المركزي، الوظائف، العمليات المناعية والأمراض الجلدية والرؤية ويحتوي النبات كذلك bilobalide وهو sesquiterpene lactone الذي يستعمل في معالجة الاضطرابات العصبية المنتجة بواسطة التغيرات في myelin sheets للألياف العصبية وان فلافونويدات النبات مرتبطة مع التأثيرات المفيدة لمعالجة الالتهابات للديدان المعوية وتعتبر quercetin,rutin من المكونات المهمة ونشاطها مرتبط مع تثبيط إنزيم AMP الحلقي– فوسفو ثنائي استيريز وان النبات يستعمل لمعالجة اضطرابات الذاكرة المرتبطة مع العمر منها مرض Alzheimer ومرض dementia وللنبات تأثير موجب على كل الحالات الأربعة من دورة الاستجابة الجنسية مثل الرغبة، التهيج، orgasm و resolution.

ز. **St.Johns Wort(Hypericum perforatum L.)**: عشبه موطنها أوروبا، غرب أسيا وشمال إفريقيا وشمال أمريكا واستراليا الأجزاء الهوائية تتضمن البراعم الطازجة والإزهار المستعملة تقليديا كمضادة للالتهاب، معالجة الحروق، التهاب المعدة، اضطرابات الكلى، مسكن أو مخدر sedative، anxiolitic قابض astringent، ارق insomnia، صدمة، هستريا، المركبات الكيماوية المتعرف عليها هي Phloroglucinols (hyperforin,adhyperforin)، naphthodianthrones (pseudohypericin, isohypericin hypericin,)، الفلافونويدات (,luteolin, myricietin ,quercetin kaempferol (quereeecetin ,hyperoside, الزيوت الأساسية (-α-pinene & β (limonene, myrcene,caryophyllene pinene, بالإضافة الى proanthocyanidins ,phytosterols ,coumarins , xanthones

carotenoids, والأحماض الفينولية والمكونات من تلك العشبة تثبط إعادة تنـــاول serotonin,dopamine,norepinephrine، وان Hyperforin يملك صفات مضادات حيوية تثبط staph.Aureus الفلافونويدات تعمل كاسحات الجذور الحرة ومكلبجات معدنية تظهر نشاط مضاد للالتهابات وان monoterpenes اظهر نشاط مضاد للاورام بينما proanthocyanidins تسلك نشاط مضاد للبكتريا، مضاد للفيروسات وتأثيرات تحمي القلب وهذه العشبة تصنف atypical antidepressant لان التعرف علة مكوناته الفعالة لا تكون مثبته.

2. المنتجات البحرية: المصادر البحرية مهمة جدا كمصدر للاغذية الوظيفية ومنها chitin,chitosan، زيت السمك، البلورات السائلة والبروتامينات من بيوض الأسماك للاستعمال كمضادات بكتيرية للأغذية والبروتامينات هي ببتيدات قاعدية تحتوي أكثر من 80% ارجنين وهي ذات صفات فريدة تتضمن قابلية الثبات الحراري والقدرة على منع نمو البكتريا المكونة للسبورات والمكون الرئيسي لزيوت السمك هي ثلاثي أسيل كلسيرول الغني في الأحماض الدهنيه عديدة عدم الإشباع مثل eicosapentaenoic acid و docosahexenoic acid واستهلاك docosahexenoic acid يساعد في تغذية الأطفال الرضع أو تطور الرؤية، الكيتين هو poly-N-acetyl glucosamine وهو أحد أهم مكونات أنسجة mollusk, arthropods وهو يثبط التلف المنتج بواسطة النمو البكتيري في الغذاء أما chitosan يسلك نشاط محور مناعي وكلا منهما تحول الى غشاء للاستعمالات الطبية كحماية صناعية ضد تلف الجلد مثل الجروح والبتر وزيت كبد السمك وdocosahexenoic acid غني في فيتامين A و D والذي تستعمل كمواد جديدة للفيتامينات الصيدلانية.

3. محفزات النمو **probiotics**: تعرف بأنها مكونات غذائية ميكروبيولوجية الذي تملك تأثير مفيد على الصحة ويستعمل عدد من الميكروبات الشائعة من جنس Lactobacillus و Bifidobacterium كمحفـزات نمـو غذائيـة مثـل Enterococcuis boulardii,E.coli Streptomyces الذي تستعمل كمحفزات نمو في الصيغ غير الغذائية وهي حيوانات خالية من الجرثومة وهي أكثر

حساسة الى الالتهاب من الجزء التقليدي وان التأثيرات المحفزة للنمو هي سلالات خاصة وان مرض الإسهال مرتبط مع علاج المضاد الحيوي بسبب البكتريا المرضية Clostridium difficile وارتباط هذا المرض مع اضطراب البكتريا المعوية الاعتيادية خلال المعالجة بالمضاد الحيوي الذي تقترح أهمية المعالجة ويمكن استعمال مضاد حيوي ثاني إلا أن استعمال المحفزات النمو هي الأفضل والأكثر صحيا وان البكتريا المحفزة للنمو هي مكونات غذائية الذي تخفض خطر السرطان بواسطة خفض نمو الخلايا والأورام في ألجرذي وسرطان المثانة، وتعتبر Lactobacillus و Bifidobacterium محفزات مناعية أو محورات الاستجابة الحيوية وان البكتريا المحفزة للنمو تحسن من وظيفة الحامل المخاطي وهي تلعب دوراً في معالجة الحساسية، وهذه البكتريا تؤثر على تكوين المستعمرات ونشاط H.pylori الذي تكون مرتبطة مع التهاب المعدة المزمن والتقرحات وخطر سرطان المعدة الحيوان المعامل مع محفزات النمو يفرز أعلى مستويات كولسترول في الفضلات من الحيوانات غير المعاملة الذي تقترح بان المستعمرات الميكروبية لها تأثيرعلى إفراز الكولسترول مع اعتلالات لمستويات كولسترول المصل وان البكتريا المحفزة للنمو تعزى الى ضغط الدم وهناك اثنين من الببتيدات الثلاثية هي Val-Pro-Pro وIle-Pro-Pro يمكن عزلها من التخمر للوسط الحاوي حليب بواسطة L.helveticus , S.cereviseae وان وظيفة تلك الببتيدات هي مثبطات إنزيم تحويل angiotensin-I وخفض ضغط الدم وان البكتريا المحفزة للنمو وتخمراتها لها تأثير مضاد لارتفاع ضغط الدم.

المواد الكيماوية النباتية كغذاء – دواء

1. **الأحماض الدهنية:** حامض اللينوليك المرتبط هو متناظرات موقعية وهندسية لحامض اللينوليك وتأثيراته تتضمن تثبيط نمو الأورام، خفض خطر تصلب الشرايين وخفض دهن الجسم بينما يستعمل كاما – حامض اللينولينيك لخفض الالتهاب وفي معالجة الاعتلال العصبي السكري، الأكزيما (مرض القوباء) وبعض السرطانات مثل سرطان الدماغ أما ألفا حامض اللينولينيك له فوائد صحية وهو يثبط إنتاج eicosanoids، تغيرات في إنتاج العديد من prosanoids، خفض

ضغط الدم في مرضى ضغط الدم ويخفض الكلسيريدات الثلاثية والكولسترول، الغذاء الحاوي ألفا حامض اللينوليك يثبط تكاثر الخلايا اللمفية ويعيق نمو الأورام ويلعب دوراً مهماً في metastasis.

2. **الانيولين inulin والفركتوز المتعدد القصير oligofructose**: هذه الكربوهيدرات عزلت لأول مرة من جذور chicory وهي كربو هيدرات مخزونه وفريدة من نوعها الذي تحدث طبيعيا في العديد من الفواكه والخضراوات الشائعة والذي غالبا ما تكون جزءا من غذاء الإنسان ومعدل استهلاكها اليومي من 1 – 11غم وتختلف من بلد لأخر، البصل مصدر مهم وتحتوي شوربة البصل 6 - 18 غم من الانيولين و oligofructose لكل serving ومن المصادر الأخرى هي الثوم، الحنطة، الموز والخرشوف، الإنتاج الصناعي مبني على أساس التخليق الذي يبدأ مع السكروز أو يحصل علية كمستخلص طبيعي من جذور chicory والجذور من نبات cichorium intybus يحتوي تقريبا 15-20% انيولين ومن 5 - 10% من oligofructose، الانيولين و oligofructose لا يتم هضمها وهي تملك سعرات حرارية منخفضة وهي تكون مناسبة للاستعمال في أغذية مرضى السكري، oligosaccharides تتخمر بواسطة ميكروفلورا القولون في الأمعاء الدقيقة وتسمى تأثيرات البكتريا البيفيدوجينية وهي ما تسمى المحفز الأولي prebiotics، الأحماض العضوية تنتج لاكتيت، بروبيونيت، بيوتريت وخلات بواسطة عملية التخمر وهناك تأثيرين مميزة هي:

- ➢ انخفاض الأس الهيدروجيني في الأمعاء الذي يذيب معقدات المغنيسيوم – الفوسفات – الكالسيوم الذي تتكون خلال مرورها الأمعاء الدقيقة.
- ➢ التركيز المعوي للمعادن الأيونية مرتفع الذي يحسن الامتصاص مما يؤدي الى تحسين ترسيب المعادن في العظم مما يزيد من المقاومة ضد لين osteoporosis أو انكسار fracture العظم وتعمل المحفزات الأولية على استحداث خفض نمو البكتريا الضارة مثل Clostridioum, E.coli وتقلل من قسوة وحدوث الإسهال وتحسين الإمساك وخفض المواد التعفنية، أما الحبوب المحضرة مع oligosaccharides فأن oligofructose يعطي حلاوة مشابه الى

تلك الحلاوة من السكروز إلا انه مع 30% من مستوى الحلاوة وهي ألياف الذي تفيد الصحة وتحسن من المذاق للوجبة الغذائية.

3. الفلافونويدات: وهي مكونات شائعة من المنتجات الطبيعية مثل العنب، فول الصويا، فول سوداني pea nut هناك مئات المستحضرات الحاوية فلافونويدات متوفرة في الأسواق وان أنشطتها الحيوية تكون متغيرة وهي:

أ. النباتات المضادة للبكتريا: ومن أهم الفلافونويدات هي 2,3- dihydroauriculatin المعزول من صنف Ormosia monosperma والذي تظهر نشاط مضاد لبكتريا Str. Mutans, Porphyromonas gingivalis, Actinobacillus actinomycetemcomitans (6,3 ملغم\مل) أو galangin المضاد لبكتريا Staph. Epidemis أو Naringenin المضاد للبكتريا والفطريات لجلد المرضى أو Quercetin ,morin,procyanidin,pelargonidin المضادة للفيروسات أو spinonin المعزول من ononis spinosa subsp.leeiosperm والذي تظهر تأثير مضاد الى P.aeruginosa أو ononin المعزول من ononis subsp spinosa،Leeiosperma والذي يظهر تأثير مضاد الى -β hemolytic streptococcus.

ب. مضادات الأكسدة: ومن أهم الفلافونويدات هو Rhamnetin الذي يثبط توليد anion superoxide أو Quercetin الذي يثبط أكسدة حامض اللينوليك.

ج. مضادات لنمو السرطان ومضاد للطفرات الوراثية **antimutagenic**: ومن أهم الفلافونويدات هي galangin,quercetin المعزولة من oregano وهذه المركبات هي desmutagen ضد الطفرة للجين Trp-p-2 (3- امينو-1-مثيل-5هيدروجين – بيريدو أندول أو luteolin الذي يحصل عليها من مستخلصات خلات الاثيل من النعناع الحريف peppermint، القصعين، الزعتر أو Linderatin(-) الذي يحصل عليه من Mitrella hentii الذي

تظهر نشاط تجاه سرطان الرئة أو genistein,kaempferol,flavopiridol الذي تثبط نقل الأدوية المضادة للسرطان

د. تثبيط نشاط الإنزيمات: ومن أهم الفلافونويدات هي quercetin ,myricetin الذي تعمل ضد انزيم aminopeptidase trypsin أو quercetin الذي يعمل ضد الليوسين امينوببتيديز أو amentoflavone الذي تملك نشاط ضد العجز المناعي في الإنسان أو agathisflavone,robustaflavone, تعمل ضد فيروس الايدز أو proanthocyanidin المستخلص من Byrsonima crassifolia والذي يثبط تكاثر النيماتودا

ه. مضاد الالتهاب: ومن أهم الفلافونويدات هو prodelphinidin مع pyrogallol فعال حيويا إي مشتقات epigallocatechin الذي تعمل بشكل مركبات صيدلانية فعالة الذي يحصل عليها من مصادر مختلفة أو chisin,floretin ,apigenin ,quercetin ,kaempferol ,baicaelin,scutellarein المستخلص من الشاي وهي تملك نشاط مختلف كمدر، مضاد للالتهاب.

و. الأنشطة الحيوية الأخرى: من أهم الفلافونويدات هو procyanidin أو ما يسمى epicatechin الذي يحصل عليها من Guazuma ulmifolia وهي تثبط سم الكوليرا بينما يزداد نشاط ارتباط السم مع الوزن الجزيئي أو biflavonoid,hinokiflavone الذي يثبط الخطوات الذي لها علاقة الى عملية الجلطة الدموية في الأوعية isopropoxyisoflavone، thrombosis أو isoflavonoids, الذي تملك نشاط استروجيني الذي يكون مهم لمعالجة لين العظام أو daidzein الذي يزيد عدد الخلايا في ناقضة العظم osteoclasts أو isothamnetin,rhamenetin,quercetin يخفض مستويات كولسترول المصل الكلي أو rutin,silibin تستعمل ضد الاضطرابات لأنظمة التنفس أو Epicatechin تعمل ضد السكري أو Genistein kaempferol,sophoricoside, تعمل كمضادة للإخصاب أو proanthocyanidin الذي يعمل قابض للجهاز الهضمي ومدر وقلبي ومقوي في معالجة ضغط الدم المرتفع، مستحضرات rutin و diosmin تستعمل لزيادة vascular tonem والانثوسيانينات من Vaccinium و Ribes مثل عنب الدب أو عنب الثعلب الأسود الذي

تستعمل لزيادة الرؤية وزيادة المقاومة الشعرية وان عائلة Labiatate هي مصدر عقار تقليدي وفي هذه العائلة الذي تتضمن الزعفران، القصعين، النعناع، الريحان، إكليل الجبل و oregano، الفلافونويدات هي احد أهم المكونات الكيماوية النباتية وان التربينات والسابونينات تملك دور فعال وان quercetin تثبط النشاط التسمم الكيسي التاكسدي والتحوير التاكسدي للمايكروفاج للبروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة بواسطة تحويل ألفا توكوفيرول وتأخير بدء بيروكسدة اللبيدات والفلافونويدات تخفض خطر مرض القلب التاجي، البصل، التفاح والعنب مصادر غنية للفلافونويدات الذي تحمي ضد بعض أشكال سرطان الرئة وتأثيراتها يمكن تفسيرها بواسطة النشاط الحيوي المنخفض لمولدات السرطان بواسطة تثبيط إنزيمات السايتوكروم p-450 في عائلة CYP1A وان quercetin في البصل والتفاح و naringin في العنب الأبيض ترتبط عكسيا مع سرطان الرئة وانخفاض النشاط الحيوي للهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والمولدات السرطانية الأخرى بواسطة تثبيطCYP1A بواسطة quercetin و CYP3A4 بواسطة naringenin وهذه الآلية مهمة لان تلك الأغذية تحمي ضد سرطان الرئة.

4. التانينات: تعبير يصف المواد الموجودة في مستخلصات الخضراوات اللمسؤولة عن تحويل جلد الحيوان الى جلد مدبوغ والوزن الجزيئي لتلك المركبات في مدى 500 - 3000 دالتون والتنينات تصنف الى صنفين هما:

أ. التنينات المتحللة وغير المتحللة: تحوي نواة مركزية من كحول متعدد الهيدروكسيل مثل الكلوكوز ومجموعة هيدروكسيل الذي تكون مؤسترة جزئيا أو كليا بواسطة حامض الكاليك (gallotannins) أو hexahydroxydiphenic acid (ellagitannins) وان التنينات المتحللة تحدث في قرنه البذور، القلف، الخشب، الفواكه والأوراق أو خدوش النبات الذي تعود الى عوائل Anacardiaceae ,Combretaceae, Leguminosae,Fabaceae.

ب. التانينات المكثفة: وهي أكثر تعقيد من التنينات المتحللة وان تركيبها البنائي الكامل لا يزال غير مقدر وهي بصورة رئيسية منتجات متبلمرة من flavan-

3—1 و flavan-3,4-diols أو خليط من الاثنين وهي تنتشر على نطاق واسع في الفواكه، الخضراوات، العلف، النباتات، الكوكا، النبيذ الأحمر وبعض الحبوب الغذائية مثل السلجم، البقوليات وتعتبر عوامل مضادة للغذاء وهي تشكل معقدات مع البروتينات والنشا الذي تثبط امتصاصها وهي تثبط الإنزيمات الهضمية وهي تظهر مدى واسع من الأنشطة الحيوية المفيدة وهي ذات نشاط مضاد للبكتريا الذي يمكن أن ترتبط مع تثبيط الإنزيمات الميكروبية مثل cellulose ,pectinase, xylanase ومن التفسيرات الأخرى هي علاقتها مع التسمم بواسطة عملها على الأغشية في الأحياء المجهرية وهي تعجل تخثر الدم وتستعمل للسيطرة على النزيف في الحيوانات وحامض التانيك يخفض الارتفاع المستحدث بواسطة venom لنشاط إنزيم كرياتين الكاينيز الدموي ويطيل وقت الحياة عندما تحقن الجرذان حالا بعد إعطاء venom وحامض التانيك يخفض مستويات allergen في house dust وبمعدل 1 أو 3% محلول وان العدد المعنوي من النباتات تظهر نشاط ضد الايدز وان 90% من المستخلص السائل مرتبط مع التنينات أو السكريات المتعددة وإنها لها علاقة الى مركبات تثبط الإنزيمات الايضية في xenobiotics الذي تتضمن بيروكسدة اللبيدات بواسطة xenobiotics من خلال توليد أجناس الجذور الحرة الذي تستحدث التغير في الوظائف الخلوية، تلف التسمم الجيني، بدء الأورام وهي تثبط السايتوكروم p-450 مختلط الوظيفة لإنزيم الاوكسيجينيزات وزيادة إنزيمات الحالة الثانية مثل كوينين ريديكتيز، كلوتاثايون ترانزفيريز وزيادة إنزيمات المضادة للأكسدة مثل الكاتاليز وكلوتاثايون بيروكسيديز أي إنها توجد في تركيز مختلفة في الغذاء وتملك تأثيرات على صحة الإنسان والتأثيرات المفيدة للتنينات هي:

1. مضاد لمولدات السرطان: ارتفاع استهلاك الشاي ومن ثم التنينات المرتبطة مع خفض خطر سرطان المعدة وان الشاي الأخضر متعدد الفينول يثبط الأورام المستحدثة بواسطة 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate وتثبيط أورام الجلد المستحدثة بواسطة ضوء الأشعة فوق البنفسجية وخفض حدوث الأورام مقارنة مع الغذاء المعامل فقط مع عوامل مولدات السرطان مثل benzopurene وان حامض ellagic يعمل ككاسح لأجناس الأوكسجين

المنتجة بواسطة المعاملة مع بيروكسيد الهيدروجين أو حاميات DNA الحلزون المزدوج من عامل الالكلة ضد الجروح.

2. مضادات الطفرات الوراثية **antimutagens**: حامض التانيك يثبط نشاط الطفرات بسبب benolpyrene والعوامل المولدة للطفرات الأخرى.

3. المضادات الميكروبية s: حامض التانيك ضد Meulius lacrymans واجناس penicillium الذي تثبط نمو في 10 – 20 غم/لتر والتنينات المكثفة تثبط Botrytis cinera وتعمل التانينات كمسكنه للبكتريا أو قاتلة للبكتريا ضد Staph.Aureus,Str. Pneumonia,Bacillus anthracis Shigell dysenteriae , Sallmonella senfienberg، بينما التنينات المنقاة ضد البكتريا المسرطنه مثل Str. Mutans ,S. sobrinus المثبطة بواسطة التنينات المكثفة

المواد الملونة الطبيعية كغذاء ودواء

أ. الكاروتينويدات: العمليات المرضية تتضمن السرطان والصدمة في الكائنات الحية ألذي تكون مرتبطة مع ظروف الشد التاكسدية وان المركبات المضادة للأكسدة هي عوامل مفيدة لمنع أو معالجة المرض وان بعض الكاروتينويدات تملك نشاط مضاد للأكسدة مرتفع وذات تأثير موجب في صحة الإنسان، الكاروتينويدات هي صبغات غشائية ويكون الكاروتين قطبي وموجود في الأغشية ويظهر حركة قليلة بينما الزانثوفيل هو الاخر قطبي ويملك موقع متغير وحركة متغيرة في الأغذية وهي تملك نشاط مضاد للأكسدة ضد الجذور المتولدة داخل الأغشية والزيازانثوفيل يملك مجاميع هيدروكسيل معرضة الى الوسط الخلوي السائل وله القدرة أن يتفاعل مع الجذور في تلك المنطقة والحركة النسبية للكاروتينويدات مرتبطة مع السيولة في الأغشية، بروتين-1 منشط الاستنساخ يلعب دوراً مهماً في تطور السرطان وتثبيطه مهم كمحفز مضاد للأورام بسبب تأثير حامض الريتنويك بسبب تحوير تلك البروتين حيث أنmelatonin وحامض الريتنويك تظهر تأثيرات مثبطة للنمو على خلايا سرطان الثدي ذات الاستجابة الهرمونية وخفض تطور أورام الغدة اللبنية المستحدثة بواسطة مولد السرطان، الريتينويدات والكاروتينويدات تثبط

نمو خلايا سرطان الثدي (-)ER, (+)ER الذي تشير الى أهمية حالة مستقبل الاستروجين حيث تكون تلك الخلايا حساسة الى تلك المعاملات وان الفروقات بين المختبرات مرتبطة مع الفروقات في زراعة الخلايا وظروف المعاملة، ويمكن توضيح الوظائف الحيوية لبعض أنواع الكاروتينويدات وهي:

1. كل الكاروتينويدات: لها تأثير في الاستجابة المناعية وفي الاتصالات الخلوية ومعالجة الأمراض الحساسة للضوء واستعمال الطحالب وخاصة Phaeophyta فأن الكاروتينويدات تخفض المخاطر المتأثرة بواسطة بعض أنواع السرطان، تظهر تأثير على قابلية نفاذية الأغشية الى الأوكسجين والمواد الأخرى وان بعض الكاروتينويدات لها تأثير على الاتصالات بين الخلايا – الخلايا أو اتصالات الربط الفراغي وان الكاروتينويدات تظهر بأن هناك حلقات سداسية الذي تكون أفضل مستحدث بينما الحلقات الخماسية تملك اقل نشاط وان اتصالات الربط الفراغي لا ترتبط مع نشاط مضاداتها للأكسدة واليتها والية مضادات الأكسدة تعمل بصورة غير معتمدة في منع السرطان وأهمية الحلقة السداسية هو عزل البروتين المرتبط بالكاروتينويدات ذات الوزن الجزيئي 67 كيلودالتون الذي تتضمن اتصالات الخلايا – الخلايا بينما الكاروتينويدات سداسية الحلقة مرتبطة مع ارتباط بيتا كاروتين (مول\مول) مع كفاءة عالية وتخصص عالي، وهناك أكثر من 600 كاروتينويد معروف الا لن 50 منها ذات نشاط فيتامين A وهي مولدات الريتينويدات والدور التنظيمي لحامض الريتنويك مهم في العمليات الايضية المختلفة، الكاروتينويدات تملك تأثير حامي على البروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة وتجنبها الأكسدة، أن المستويات المنخفضة من الكاروتين تحمي أفضل من المستويات العالية، إن التناول المنتخب من الكاروتينويدات يتضمن آلية مضاد لمولدات السرطان في أنسجة خاصة وان الكاروتينويدات تظهر ادوار مختلفة تعتمد على تركيبها البنائي، وان الغذاء مع خليط الكاروتينويدات يوصى به بدلا من استعمال كاروتينويد واحد بمفرده بسبب تباين الجذور، توجد الكاروتينويدات في الفواكه والخضراوات الذي تلعب دور الحماية ضد بعض الأمراض المزمنة الفلفل الأخضر من صنف Capsicum annuum والأقحوان Aztec من صنف Tagetes erecta تظهر نشاط مضاد لتوليد الطفرات الوراثية الذي تشير بان

الآليات في عمل الكاروتينويدات هو إيقاف دخول المركبات السامة الى الخلايا والنشاط المضاد للأكسدة، التأثير المضاد للطفرات الوراثية للكاروتينويدات بواسطة ألفا توكوفيرول وحامض الاسكوربيك، تلعب الكاروتينويدات دوراً مهماً في الحماية الضوئية المستعملة في معالجة مرض الحساسية الضوئية وتستعمل الكاروتينويدات في الأمراض الحساسية الضوئية الأخرى مثل porpgyria المتجانسة، فقر الدم من نوع sideroblastic، الطفح النجري urticaria ووهيجان الطفح الجلدي الضوئي light eruption.

2. **بيتا كاروتين كانثازانثين:** تستحدث في فراغ اتصالات الربط في الخلايا الليفية، فأنهما تثبط تكوين الماكروفاج من الكريات موحدة النواة monocyte في الإنسان.
3. **هيدروكسي بيتا كاروتين وreto-dehydro-β-carotene:** وهي مستحثات فعالة.
4. **بيتا كاروتين:** معالجة بعض أنواع السرطان مثل سرطان المعدة وسرطان العنق وneoplasia الذي لها تأثير على الاستجابة المناعية ونمو الأورام وتثبيط بيروكسدة اللبيدات وخفض زيادة الهرمونات الذي لها علاقة الى أعراض الشد، البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة الغنية باليتا كاروتين تكون محمية من الأكسدة المعتدلة للخلية، تجهيز المدخنين بالبيتا كاروتين يظهر مستوى مرتفع من السرطان لأن البيتا كاروتين في الرئة ينتج تأثير قوي على الحالة الأولى للإنزيمات الفعالة حيويا في توليد السرطان والذي تتضمن محفزات PAHs وهذا الاستحداث يرتبط مع توليد الشد التأكسدي وهذه النتائج تفسر لماذا دعم البيتا كاروتين يزيد من خطر سرطان الرئة عند المدخنين وان زيادة مستوى الإنزيمات الايضية لمولدات السرطان CYP1A/2 الذي تحفز الأمينات العطرية وثنائية الفينايل متعدد الكلور، dioxins,PAHs بينما CYP3A ينشط الافلاتوكسينات، 1-nitropyrene,PAHs، CPY2B1 الذي يحفز الاوليفينات والهيدروكربونات المهلجنه وCPY2A الذي تحفز البيوتادين، الهكسا مثيل فوسفو أمين النتروزامينات الموجودة وهذه المستويات العالية مسؤوله عن خطر السرطان من مولدات السرطان لمدخني التبغ الفعال حيويا والمنتشر على نطاق واسع وان بيتا كاروتين يملك نشاط مولد للسرطان مشترك

مع قابليته لتوليد الشد التاكسدي، أن تجهيز بيتا كاروتين، ألفا توكوفيرول والسيلينيوم تخفض حركة سرطان المعدة والحالب البحرية وخاصة استهلاك phaeophyta وهو مهم لمنع بعض أنواع السرطان، البيتا كاروتين لا يحطم فقط جذور الاوكسين فحسب، بل يصلح جذور التوكوفيريل المنتج عندما ألفا توكوفيرول يحطم تلك الجذور والخفاض مستوى مضاد الأكسدة مثل حامض الاسكوربيك في المدخنين مقارنة مع غير المدخنين والذي تكون له علاقة مع الفشل في إعادة دوران ألفا توكوفيرول بواسطة بيتا كاروتين بيتا كاروتين يزيد من استحداث الأشعة فوق البنفسجية لإنزيم الهيم اوكسيجينيز وهو إنزيم ميكروسومالي الذي يحفز الخطوة المحددة للسرعة في هدم الهيم الذي يؤدي الى تكوين أول اوكسيد الكربون، الحديدوز والبيليفردين الاستحداث الإنزيمي للأشعة فوق البنفسجية يعتبر لا إلية دفاعية خلوية مكيفة ضد التلف التاكسدي خلال زيادة المستويات الخلوية من مضادات الأكسدة مثل البيلفردين والبيلروبين بالإضافة الى استحداث تخليق ferritin وان بيتا كاروتين يعمل كمولد للأكسدة باستعمال أنزيم الهيم اوكسيجينيز كمعلم تأكسدي ويمكن خفض التأثير بواسطة إضافة فيتامين E إلا انه فقط يعدل بواسطة فيتامين C وان الحماية الضوئية للجلد تكون معقدة ولا يمكن إدامتها بواسطة استعمال بيتا كاروتين بمفردة وان الدعم الغذائي لبيتا كاروتين في ارتباط مع فيتامين E.

5. الزيازانثين: وظيفتها تخمد الجذور في الحالة السائلة وتثبط أكسدة مثيل اللينوليت، الزيازانثين له تأثير معاكس هو تحفيز تكوين الماكروفاج من الكريات موحدة النواة monocyte في الإنسان، وتفسر هذه الظاهرة بواسطة الفروقات في أنشطة مضادات الأكسدة بسبب البيئة القطبية المختلفة.

6. الفا كاروتين، **halocintixanthin, fucoxanthin**: تكون ذات نشاط مثبط أكثر ارتفاع من بيتا كاروتين في تكاثر الخلايا العصبية في الإنسان، يظهر نشاط مضاد لتوليد الأورام أكثر ارتفاع من بيتا كاروتين في السرطان المستحدث بواسطة الكلسيرول الذي تقترح بان الكاروتينويدات مع حلقة ε الغائبة في البيتا كاروتين الذي تملك أكثر نشاط مثبط.

7. **الليوتين وزيازانثين:** يكون Capsicum annuum مصدر غني بالكاروتينويدات الذي تظهر نشاط مضاد للطفرات الوراثية وتأثير حامي ضد العمر وتوليد macular وكاتاراكيت بسبب الشيخوخة، وجد بأن تناول 2000 ميكروغرام يوميا أو أكثر مقارنة مع استهلاك اقل من 800 ميكروغرام منهما يخفض خطر سرطان البروستات بمعدل 32% وان منتجات الطماطة لا تظهر هذا التأثير.
8. **الليوتين:** تكون Tagetes erecta مصدر غني بالكاروتينويدات وتظهر نشاط مضاد للطفرات الوراثية.
9. **الريتينويدات:** معالجة بعض أنواع السرطانات وبعض النشاط الجلي وعمليات الرؤية وإدامة الخلايا الطلائية وإفراز المخاط، التكاثر والشيخوخة وتحوير مستقبل triiodothyronine وتعديل الريتينويدات بواسطة transglutaminase وان حامض الريتنويك هو محور للجهاز المناعي الذي يجب السيطرة عليه وتنظيم جين γ-interferonb الذي لها تأثير في الاستجابة المناعية والاستجابة الالتهابية وتستحدث الاستجابة للبروتينات المرتبطة مع التلف بواسطة ضوء الأشعة فوق البنفسجية وزيادة في الاتصالات الخلوية وان الريتينول يستحدث كاسكيت الغلاف الجيني الذي يسمح بتلف خلايا السبيكية، مستقبلات حامض الريتنويك المختلفة تكون معروفة وارتباطاتها المختلفة للريتينويدات تستحدث استجابات صيدلانية مختلفة لمعالجة السرطان ووجد بأن البروتين connexin يستحدث بواسطة حامض الريتنويك الذي يعزى الى التماسك الخلوي، يستعمل حامض الريتنويك في علاج التهاب المفاصل ويخفض الانتفاخ وتحطيم كولاجين العظم إلا انه يملك تأثيرات سامة ثانوية وكذلك له تأثير في عملية المرور في دورة الزقة gastrulation خلال تخليق الجنين وان استهلاك الكحول يسبب اضطراب الاستجابة لحامض الريتنويك الذي يؤدي الى تشوه الجنين، الريتينويدات تحور البروستاكلاندينات وهذه المواد ذات مدى واسع من الوظائف فأن prostaglandin D_2 يحفز النمو الطبيعي ويحور العديد من الآليات المركزية وتنظيم درجة حرارة الجسم وتحرير هرمون الجسم الأصفر luteinizing، إنزيم prostaglandin D synthase ينظم بواسطة الريتينويدات وان حامض

الريتنويك من all-trans تثبط العمل الإنزيمي في حين الريتينول لا يعمل ذلك وان prostaglandin D_2 يكون ناقل للريتينويدات الى المكان اللازم لها ويلعب prostaglandin D synthase دور حرجا في تطور الخلايا العصبيةneurons بواسطة تنظيم نقل حامض الريتنويك من نوع all-trans أو9-cis الى مستقبلات حامض الريتنويك المعروفة RAR الـوRXR في الخلايا العصبية المناعية وان زيادة جين إنزيم cyclooxygenase الذي يشفر الإنزيم الرئيسي في تكوين البروستاكلانديات الذي يلاحظ في المراحل المبكرة والمركزية في تطور مولدات سرطان القولون، الريتينويدات تكون سامة في جرعات اللازمة لانجاز العلاجي وارتباط melatonin مع حامض الريتنويك من نوع 9-cis أكثر فعالية في المنع الكيماوي لسرطان الغدة اللبنية المستحدث بواسطة مولد السرطان من الهرمون بمفرده وان الجرعات المخفضة من الريتينويدات يمكن استعمالها علاجيا دون تأثيرات سامة عندما تستعمل في ارتباط معه melatonin في معالجة سرطانات الاستجابة المناعية.

10. الليوكوبين: البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة الغنية بالليوكوبين لا تجنب الأكسدة لذلك فأن استهلاك عصير الطماطة لمدة 14 يوما يخفض أكسدة اللبيدات في الأشخاص السليمين ويحمي مع عصير الطماطة أفضل من مع الجزر والسبانخ، نشاط الليوكوبين مرتفع في الفئران علاقة مع دور مولدات سرطان القولون باستعمال zoxymethane كمسرطن كيماوي وان الليوكوبين يمكن تجهيزه بشكل 6% oleoresin الذي يكون جيد الامتصاص وينتج انخفاض في مصل المواد الفعالة لحامض الثايوباربتيوريك الذي يلعب دوراً مهماً في الحماية ضد الشد التاكسدي وان عدد وحجم aberrant crypt foci يكون منخفض وان دورة موجب ضد مولدات سرطان القولون وان الليوكوبين يتجمع في الأنسجة مثل البروستات، الادرينال والخصى،وان الأنسجة المرتفعة في مستقبلات البروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة تجمع الليوكوبين والتأثير الحامي له بجرعة 10 جزء بالمليون الذي يكافئ 2 سيفيرت من الطماطة أو منتجاتها لكل يوم، تأثير دعم الليوكوبين بجرعة 7 و14 غم من ليوكوبين tomato oleoresin على تخليق الطفرة الوراثية تلقائيا وتوليد الطفرة الوراثية المستحدثة بواسطة benzo[α] pyrene في ثلاث

أعضاء هي البروستات، القولون والرئة فأن تخليق الطفرة في البروستات المعاملة ينخفض بالنسبة الى benzo[α] pyrene والانخفاض يعتمد على الجرعة بينما oleoresin يزيد تخليق الطفرة في القولون والرئة وهذا التأثير مرتبط مع تأثير مولد الأكسدة.

ب.الانثوسيانانات **anthocyanins**: تستهلك على نطاق واسع ومعدل تناولها اليومي من 25 الى 215 ملغم\شخص اعتمادا على الجنس والعمر وعندما تكون الجرعة مرتفعة لحد ما تستحدث تأثيرات صيدلانية وتفسير ذلك هو أن استهلاك حجم مرتفع من النبيذ الأحمر الذي يكون غني في الانثوسيانانات والفلافونويدات الأخرى له علاقة عالية مع خفض حدوث أمراض القلب التاجية وكذلك فأن مستخلص chokeberry من صنف Anonia melanocarpa يظهر صفات غذائية– دوائية قوية وتسلك الانثوسيانانات نشاط مضاد للبكتريا، النتروتايروسين يمكن الكشف عنه في أمراض مختلفة باستعمال مضادات أجسام متعددة وأحادية المستعمرة الذي تتعرف على النتروتيروسين في البروتينات، النتروتيروسين يمكن الكشف عنه في حالة مرض تصلب الشرايين في الأوردة التاجية البشرية باستعمال الكشف الكيمومناعي الذي يشير الى ان المواد الموكسدة مشتقة من اوكسيد النتروز المتولد في حالة تصلب شرايين الإنسان والذي توجد في مولدات المرض ومن المهم تثبيط نترته البروتين وان pelargonidin هو كاسح لمركب $ONOO^-$ بسبب تكوين بارا–هيدروكسي حامض البنزويك و4–هيدروكسي-3- نترو حامض البنزويك بالتفاعل مع $ONOO^-$ حيث تكون الانثوسيانانات كمثبط لتكوين التيروسين المنترت، انثوسيانانات من الصنف Hibiscus sabdariffa L من عائلة Malaaceae تستعمل بفعالية في الطب الشعبي folk medicines ضد ارتفاع الضغط، اضطرابات الكبد وحمى pyrexia وان رباعي – بيوتيل هيدرو بيروكسيد يمكن ايضة الى جذور حرة من مركبات وسطية بواسطة سايتوكروم p-450 في الخلايا الكبدية أو الهيموكلوبين في خلايا الدم الحمراء الذي تهنئ بيروكسدة أللبيد وتؤثر على متانة الخلية وتكوين أواصر تساهمية مع الجزيئات الخلوية الناتجة في تلف الخلية وان رباعي– بيوتيل هيدرو بيروكسيد يسبب نضوج إنزيم اللاكتيت dehydrogenase والأنين aminotransferase وتكوين مالوناديهايد في الخلايا الكبدية وتساعد في تلف

DNA في الخلايا للغدة اللبنية وهذه الظواهر مشابه الى الشد التاكسدي الذي يحدث في الخلايا أو الأنسجة وان الشد التاكسدي يلعب دوراً مهماً في تعليل العديد من الظروف مثل الالتهاب، العمر والسرطان ويلاحظ بأن انثوسيانانات Hibiscus تثبط العلل المستحدثة بواسطة رباعي –بيوتيل هيدرو بيروكسيد في الخلايا الكبدية وقابليتها لإطفاء الجذور الحرة وإنها لها القدرة أن تطفئ الجذر الحر في 1,1-diphenyl-2-picrhydrazyl اعتمادا على الجرعة ففي 0,2 ملغم\مل تستطيع إطفاء حوالي 50% من الجذور الحرة وان لغاية 0,5 ملغم\مل تسلك تأثيرات غير سامة على الخلايا الكبدية وان تأثيرها الموجب ينعكس في تجنب الرشح لإنزيم لاكتيت dehydrogenase في تخليق الخلايا الكبد وتثبيط تكوين المالونالديهايد وكل تلك الخواص تشير الى التثبيط الفعال لمركب رباعي – بيوتيل هيدرو بيروكسيد المستحدث في بيروكسدة ألليبيد وان إنزيم كلوتاثايونين بيروكسيديز المحمي بواسطة الانثوسيانانات وان أذى الكبد منخفض 67% وان صبغات Hibiscus تسلك تأثير مضاد لتسمم الكبد ضد رباعي –بيوتيل هيدرو بيروكسيد المستحدث بواسطة التسمم الكبدي ومن المحتمل عن طريق قابليتها لإطفاء الجذور الحرة والخفاض تكوين المالونالديهايد وان استهلاك المشروبات الطرية الحاوية صبغات Hibiscus كافية للوصول الى اقل جرعه هي 50 ملغم \ كغم الذي تظهر بعض النشاط المضاد للأكسدة وان الاستهلاك اليومي للانثوسيانانات Hibiscus بكون فعالا في التلف التاكسدي المنخفض في الأنظمة الحية، للانثوسيانانات تأثير واضح على الرؤية وتناولها فمويا من مركز الانثوسيانانات من عصير نبات عنب الثعلب الأسود black currant من صنف Ribes nigrum L. الذي ينتج في تحسين التكيف في الظلام وفي التغيرات في الرؤية، وتناول الانثوسيانانات مثل dephinidin-3-rutinoside,cyaniding-3-rutinoside, cyaniding-3-glucoside وتظهر الصبغات في البلازما بعد 0,5 و2 ساعة من تناول الجرعات ويمكن ملاحظة نفس التأثير في الإنسان وان التركيز يصل الى أقصى قيمة 59,9 نانومول\لتر في 2 ساعة بعد تناول delphinidin-3-rutinoside و 36,1 نانومول\لتر من cyaniding-3-rutinoside و 19,5 نانومول\لتر من cyaniding-3-glucoside ومن ثم تنخفض تدريجيا والانخفاض في مستويات rutinosides اكثر من ذلك في حالة

كلوكوسيدات ويمكن استعمال الصبغات في جرعه 800 ميكروغرام\كغم من وزن الجسم، مرض السكري غير المعتمد على الأنسولين هو أحد أمراض الشباب الرئيسية بسبب الانخفاض الإفرازي في الأنسولين من خلايا بيتا البنكرياسية أو انخفاض مقاومة الأنسولين بسبب زيادة امتصاص الكلوكوز وهناك العديد من التأثيرات الجانبية مثل اعتلال الشبكية، اعتلال العصبي وحدوث الكاتاراكت بعد الاستعمال طويل الأمد وان إنزيم ألفا كلوكوسايديز الذي يقع في الخلايا الطلائية للأمعاء الدقيقة الذي تحفز تشقق الكلوكوز من السكريات الثنائية وإعاقة عمل أنزيم ألفا كلوكوسايديز بواسطة المثبطات والذي تكون احد أهم المركبات الفعالة للسيطرة على مرض السكري غير المعتمد على الأنسولين وتأثير انثوسيانانات أزهار من صنف Clitoria ternatea والبطاطا الحلوة من صنف Ipomoea batatas الذي تثبط أنزيم ألفا كلوكوسايديز باستعمال 0,5 ملغم\مل ضد أنزيم ألفا كلوكوسايديز والانثوسانانات من صنف Brassica oleracea و Pharbitis nil الذي تظهر تثبيط عالي أكثر من 40% وبعد عزل الانثوسيانينات وتحضيرها من المصادر المختلفة مثل فجر الصباحmorning glory من صنف Pharbitis nil cv.Scarlett OHara و I.batatas وان مشتقات pelargonidin ,peonidin ,cyaniding تظهر نشاط مثبط الى أنزيم ألفا كلوكوسايديز وان مستخلص الايثانول يظهر نشاط مثبط عالي وان مستخلص الشاي الأخضر بجرعة 0,215 ملغم\مل ضد المالتيز وان الأنشطة للانثوسيانات المعزولة أكثر من 5 مرات ارتفاع من المثبطات الطبيعية مثل الزايلوز وان نزع الأسيل من الانثوسيانانات يخفض نشاط بواسطة العامل 1\70- 1\90 مقارنة الى الانثوسيانانات المؤسيلة وان الأنشطة المرتفعة تسلك أس هيدروجيني متعادل الذي تقترح بأن التراكيب الأخرى تختلف عن flavylium الموجب تعزى الى تثبيط أنزيم ألفا كلوكوسايديز وان الانثوسيانانات تثبط إنتاج الافلاتوكسينات B_1 وان الاكلايكونات aglycones أكثر قوة تثبيط من الكلايكوسيدات وان السياندين أحادي أو ثنائي الكلايكوسيدات تملك 40% اقل سعة تثبيط من aglycon في حين أن pelagonidin الأحادي أو الثنائي تملك 80 و5% من aglycon على التوالي وان أعلى لتثبيط يمكن الحصول عليه مع المركبات الحاوية مجموعة هيدروكسيل في الموقع الثالث الذي تكون حوالي 3 مرات أكثر فعالة من المركبات

الحاوية مجموعة deoxy في الموقع الثالث ذات العلاقة، فأن delphinidin & pelargonidin تظهر نشاط عالي مزدوج مع قبولية الغذاء، وان مستخلص عنب الدب الأسود blck berry من صنف Vaccinium spp. يستعمل كمادة دعم غذائية والذي تتركب من الانثوسيانانات الذي تكون مرتبطة مع إعاقة في الوظائف العصبية وان الانثوسيانانات تملك قابلية توافر جيدة على الخلايا الطلائية والذي لها تأثير ضد الشد التاكسدي وان الخلايا المعاملة مع العوامل التاكسدية مثل بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 75، 150 و300 ميكرومول تتأثر بقسوة في قابلية تباينها وان الخلايا لمعاملة مع الانثوسيانانات بجرعة 0,05، 0,1، 0,5 ملغم من المستخلص\مل المحمية وان التسمم يمكن خفضه لغاية 40% وان الحماية يمكن ملاحظتها بعد التعرض الى كبريتات الحديدوز\ حامض الاركيدونيك بتركيز 250 ميكرومول\15 ميكرومول) ودمج الانثوسيانانات الى الخلايا يزيد من مقاومة تأثيرات التلف للأجناس الأوكسجين الفعالة وان تصلب الشرايين واعتلالات الهدم العصبية تستحدث تماسك الجزيئات والذي يمكن خفض تنظيمها بواسطة مضادات الأكسدة مثل الفلافونويدات، الذي تنتج في تحسين وظيفة الخلايا الطلائية ومن الانثوسيانات المتضمنة في الحماية هي cyaniding-3-sambubioside -5-glucoside,cyaniding-3,5-diglucoside وان الانثوسيانات تملك تأثير حامي على دنا وان مشتقات cyaniding من الرز يمكن خلطها مع دنا ثايمس العجل لتكوين صبغة مشتركة من DNA– cyaniding، وهذه الصبغة المشتركة تتميز بواسطة تغير في الامتصاص ناتج في تحويل bathocgromic من 15 -20 نانوميتر في أقصى امتصاص لمشتقات cyaniding، وان الجزء المحب للدهن من الفلافونويدات يسمح لها أن تخترق حلزون دنا ولترتيب تركيبها المستوى أكثر واقل موازي الى المستوى القريب من القواعد النتروجينية وان التراكيب غير القطبية مثل dihydroquerecetin الذي تظهر تداخلات محدودة وإعادة ترتيب التركيب البنائي ينخفض النشاط لذرة الكربون الثانية من حلقة pyrylium المشحونة بالشحنة الموجبة مع تفاعلات نيوكلوفيلية ناتجة في كبر قابلية الثبات من الكروموفور وهذا يقيم بواسطة معاملة الخليط للصبغات المشتركة مع جذور هيدروكسيل وان cyaniding حساس جدا الى مهاجمة الهيدروكسيل إلا أن الخليط يكون ثابت وان تحويل barhochromic

من 10 - 15 نانوميتر يمكن ملاحظته الذي تقترح إمكانية كلبجة cyaniding من خلال مجموعة 3¯,4¯-dihydsroxy في الحلقة B وان معقدات cxyanidin مع دنا لا تكون مقبولة لفترة طويلة للمهاجمة النيوكلوفيلية بواسطة مجاميع الهيدروكسيل وان التصبيغ المشترك يخفض من منتجات حامض الثايوباربتيوريك والذي يحصل عليها بواسطة تفاعل Fenton وان فعالية التصبيغ توقف حساسية الموقع الى مهاجمة الهيدروكسيل الجذري وهذا التأثير يعتمد على التركيز، الأنشطة الحيوية للانثوسيانانات مرتبطة مع نشاط مضاد الأكسدة القوي ومنع أكسدة حامض الاسكوربيك والحماية ضد الجذور الحرة بالإضافة الى النشاط المثبط ضد الإنزيمات التاكسدية والتميز يعزى الى خفض خطر السرطان ومرض القلب وبعض العناصر التركيبية في تركيب الانثوسيانات تملك علاقة موجبة مع مضادات الأكسدة ووجود الهيدروكسيل في الموقع 3¯ والموقع 4¯ في الحلقة B وتشبع الآصرة المزدوجة بين 2 و 3، إن إضافة الكلايكوسيل الى الانثوسيانانات مرتفعة العدد من المواقع البديلة الهيدروكسيلية في الحلقة b الذي تستحدث نشاط مضاد للأكسدة مرتفع وليست في aglycones المقابل وان الموقع لمجاميع الهيدروكسيل في لموقع 3¯ والموقع 4¯ مهمة لحماية حامض الاسكوربيك ضد الأكسدة بواسطة الكلبجة مع الايونات المعدنية، الانثوسيانات النقية تظهر تثبيط إنتاج المالوناديهايد في اللايبوسومات والذي يصل الى 7 مرات أفضل من مضادات الأكسدة ضد بيروكسدة اللبيد من ألفا توكوفيرول وان نشاط الانثوسيانانات يعدل بواسطة صفات الكسح ضد جذور مجموعة الهيدروكسيل والأوكسجين وان جذر الهيدروكسيل يكسح أفضل مع aglycones مع عدد مرتفع من مجاميع الهيدروكسيل في الحلقة B وان المضاد الى ذلك سيوضح مع الفلافونويدات الأخرى وان كسح جذر الأوكسجين لا يعتمد على إضافة الكلايكوسيل بل يزداد مع عدد مجاميع الهيدروكسيل المشابه الى تلك الفلافونويدات وهناك العديد من المصادر من الفاكهة مثل Anonia melonocarpa Rubus accidenbtalis Sambucus nigra ,Vaccinium myrtillus الخليط المعزول من مركبات فلافونويدية الذي تتضمن الانثوسيانانات (سيانيدين، سيانيدين – 3- كلايكوسيد وساينيدين 3، 5 – ثنائي كلايكوسيد والفينولات المتعددة الأخرى (ليوكوانثوسيانيدين، catechins، فلافونولات) معا المسماة bioflavonoids

لتحسين قابلية نفاذية وقوة الشعيرات وتعجيل ايض الايثانول ولخفض الالتهابات وتفاعلات الجلدية.

ج. البيتالاينات betalains: التطبيقات الصيدلانية لها ليست منتشرة على نطاق واسع بل تظهر أنشطة مضادة للفيروسات والميكروبات وهي عوامل مضادة للفطريات مرض البنجر الأحمر Phythium debaryum وان الشاي المحضر مع القنب Bougainvilla والعسل مستعمل على نطاق واسع ضد الزكام cough وتأثير حق betalains يتميز باتجار تكاثر جيد ومعدل نمو سريع الذي يتعرض الى (TPA)12-O-tetradecanoylphorboyl-13-acetate وكلايكول الذي تنتج في تثبيط تحفيز TPA للأورام الجلد والرئة في الجرذي على التوالي والتأثير المثبط لأورام الرئة تشير بأن المستخلص الخام يسبب انخفاض 60% من أورام الرئة وان جذر البنجر يفيد في منع السرطان وان النشاط يكون أكثر ارتفاع من في الحالات المستحصل عليها مع الكاروتينويدات من bell peppers الأحمر أو الانثوسيانات من جلد البصل الأحمر واستعمال البيتا زانثينات كوسيلة في المنتجات الغذائية المدعمة مع الأحماض الامينية الغذائية الأساسية يفيد كمادة ملونه غذائية مع صفات غذائية ودوائية.

د. الكلوروفيلات: تستهلك بواسطة الحيوانات ولإنسان بجرعة كافية لبيان تأثيرات حماية كيماوية مقارنة الى المواد الكيماوية النباتية الذي توجد في كميات منخفضة جدا في الغذاء وان وهناك وجود نشاط مضاد للطفرات الوراثية في التركيب البنائي الهيمين hemin الذي يثبط المطفرات الوراثية للمحللات التربتوفين، محللات حامض الكلوتاميك وbenzo[α]pyrene كمادة اختبار في تقدير Ames للسالمونيلا والكلوروفيلينchlorophyllin يكون شكل ثابت من الكلوروفيل ومن المتوقع أن يملك وظيفة مشابه الى الهيمين وباستعمال اختبارAmes فأن النشاط المثبط لكلا من الكلوروفيلين والكلوروفيل ضد مولدات الطفرة المختلفة يمكن ملاحظتها وان المطفرات الذي تعمل مباشرة على محللات التربتوفين يمكن خفضها بواسطة الكلوروفيلين والكلوروفيل بواسطة البروتينات الهيمية heme باستعمال اختبار نقطة الجناح wind spot في Drosophila والتأثير المضاد للطفرة في الكلوروفيل والكلوروفيلين يمكن ملاحظته وان الكلوروفيلين يثبط الافلاتوكسيد B_1 وتلف دنا ومولدات السرطان الكبدية في السمك المرقط قوس

وقزح rainbow trout الذي فيه أكثر من 70% تثبيط في مولدات السرطان تصل في تركيز 0,14% كلوروفيلين الغذائي الفعال وهو جزء من محتوى الكلوروفيل في معزول السبانغ المثالي (2,6- 5,7% من الوزن الجاف) وتناول الكلوروفيل مهم في أنشطة المنع الكيمياوي في الإنسان ضد المتسرطنات البيئية والغذائية،وقابلية الكلوروفيل ومضاهي porphyrinic الفردي لإطفاء طيف الوميض للافلاتوكسين B_1 المستعمل كقياس في تكوين معقد مع افلاتوكسين B_1 وتكوين معقد افلاتوكسين B_1 – الكلوروفيل يكون سريع وكامل خلال 2,5 دقيقة وان جزيئه للافلاتوكسين B_1 تملك مستوى كافي وارتباط لتكوين معقد 1:1 قوي مع الكلوروفيل وهذه الآلية لتكوين المعقد هي احد الآليات الرئيسية المسؤوله عن الصفات المضادة للطفرات من الكلوروفيل ضد العديد وليست الكل وان المطفرات من التراكيب الحلقية متعددة الحلقات المستوية والتأثير يستطيع أن يكون أحد التفاسير الجزئية بواسطة تكوين المعقد وإضافة 2000 جزء بالمليون من الكلوروفيل أي 600 جزء بالمليون من chlorine الى الغذاء الحاوي 20 جزء بالمليون من افلاتوكسينB_1 الناتجة في تثبيط 30% فقط من معقد افلاتوكسين B_1 – DNA وان ثلثي جرعة للافلاتوكسين B_1 الغذائية في هذه الأورام تدرس التوافر الحيوي لامتصاص والتنشيط الحيوي وبالرغم من الزيادة المولارية من الكلوروفيل (1: 43000) كافية أن تكون معقد 100% مع افلاتوكسين B_1 في المحلول وان الكلوروفيلين المدعم مع sepharose تمتص الأمينات الحلقية غير المتجانسة في هيئة عكسية والنسب المولارية بين المركب والرابط ligand يختلف بين المركبات المستعملة وان الصفات المضادة لإحداث الطفرات في الكلوروفيل والكلوروفيلين المضاف الى لحم البقر المطبوخ بواسطة ملاحظة انخفاض في مطفرات الإدرار المرتفعة من هضم اللحم وان مطفرات الإدرار البشرية بسبب الهضم للحم المطبوخ الذي ينخفض بواسطة إضافة الخضراوات، الكلوروفيلين ذائب في الماء ومشتقات الدرجة الغذائية من الكلوروفيل تملك نشاط محفز للسرطان وشبيه مولد السرطان وان الكلوروفيل يثبط التسمم الوراثي للعديد من المطفرات مثل benzo[α]pyrene وافلاتوكسين B_1 بالإضافة الى حدوث سرطان الكبد وتقريب DNA في علف السمك المرقط الحاوي افلاتوكسينB_1 وان مولدات السرطان في اللبائن مستحدث بواسطة -2-amino-1-methyl-6

phenylimidazo[4,5-]pyridine المثبط في علف إناث الفئران الذي يحتوي 1% كلوروفيل في غذائها إلا أن يسبب زيادة حدوث الأورام الغددية في القولون هـ.

ه. **الكركم Turmeric**: يستعمل بجرعات ميكا عند المرضى مع rheumatoid, والالتهاب المفصلي المزمن osteoarthritis وان سوبر اوكسيد يلعب دورا مهما في هدم سوائل المفاصل الزلالية synovial liquids الذي تمنع مع إنزيم superoxide dismutase وتأثير الكركمين على نشاط هذا الإنزيم يخفض الالتهاب ومع التعرض الى المحفز المولد للالتهاب فأن العامل الوراثي IKB يصبح مفسفر ومهدوم وان العامل النووي المتحرر NFkB ثنائي الجزيئة ينقل موقعيا الى النوية حيث أن استنساخ الجين يمكن أن يستحدث والنتيجة تظهر بأن الكركمين يخفض إنزيم نترات ساينثيز المعبر عنه بواسطة إيقاف استنساخ جينة ويمكن خفض الحالة المستقرة لمستوى iNOS mRMA بالإضافة الى النشاط المحفوز وان الصفات المضادة للالتهاب في الكركمين مرتبطة مع تثبيط إنزيم IkB kinase الذي يكون موقع ممكن لعمل الكركمين على نشاط iNOS المستحدث بواسطة lipopolysaccharide ومن الأنشطة الصيدلانية للكركم هي:

- **النشاط المضاد للالتهاب**: تثبط الالتهاب المنتج بواسطة المادة الذي تعمل بواسطة توليد الجذور الحرة والتثبيط يمكن ملاحظته في الكبد وخلب الفار المعامل والكركم والكركمين تعمل بواسطة التداخل مع بعض عوامل الاستنساخ وهي الصفة الذي تكون مهمة لمعالجة السرطان والتهاب المفاصل وان السرطان الغذي الخلوي الكبدي البشري human hepatocellular carcinoma يكون شائع بسببالالتهاب المزمن بواسطة الفيروسات، البكتريا أو المواد الكيماوية وان الكركمين يمنع السرطان الغذي الخلوي الكبدي البشري.
- **السيطرة على ايض اللبيدات**: يعمل على خفض مستويات بروكسيدات البروتينات الدهنيه منخفضة أو مرتفعة الكثافة والكولسترول وينخفض الكولسترول بواسطة تنشيط إنزيم cholesterol -7α-hydroxylase الذي يلعب دوراً مهماً في تحطيمه الى أحماض صفراء، الحيوانات المصابة بالسكري

تسلك ارتفاع مستوى الكلسيريدات الثلاثية في الدم، ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم وارتفاع مستوى الفوسفولبيدات في الدم الى مدة معلوم جدا وان الغذاء الغني في الألياف والمنخفض في الدهن وخاصة الأحماض الدهنية المشبعة يوصى به لمعالجة مرض السكري المعتمد على الأنسولين لانجاز أفضل سيطرة على الكلوكوز في الدم ولخفض كولسترول البروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة في البلازما وان كولسترول الدم ينخفض الى 29% في الحيوانات المصابة بمرض السكري المدامة على غذاء يحتوي 0,5% كركمين وان نسبة البروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة الى البروتينات الدهنيه منخفضة الكثافة جدا ينخفض حوالي 33% وان البروتينات الدهنيه مرتفعة الكثافة المرتبطة مع الكولسترول تزداد 25% بواسطة الكركمين الغذائي في الحيوانات المصابة بمرض السكري والانخفاض المعنوي في الكلسيريدات الثلاثية والفوسفولبيدات في الدم (40 و 24% على التوالي) الذي تحدث في الحيوانات المصابة بمرض السكري المدام على غذاء الكركم وان الكركمين الغذائي يظهر حساب معنوي من الكولسترول الكلوي وارتفاع الكلسيريدات الثلاثية في الفئران المصابة بالسكري وان نشاط إنزيم cholesterol -7α-hydroxylase مرتفع معنويا في الحيوانات المغذاة على الكركمين وكلا من الأصحاء والمصابين فأن الفئران المصابة بالسكري تسلك نشاط إنزيمي منخفض لإنزيم HMG-CoA reductase الكبدي وان نشاط الإنزيم ينخفض في الحيوانات المغذاة على الكولسترول إما الأصحاء أو المصابين بالسكري وان تغذية الكركمين ناتج في قليل إلا انه يسبب زيادة معنوية 23% في نشاط هذا الإنزيم في الكبد الفئران المصابة بالسكري وزيادة مشابه ناتجة عن دعم الكركمين حتى في الغذاء الحاوي كولسترول في الفئران السليمة والمصابة وارتفاع مستوى اللبيدات في الدم يكون حالة مميزة بواسطة ارتفاع مستوى الكولسترول، الكلسيريدات الثلاثية والفوسفولبيدات وبواسطة التغيرات في التركيب الكيماوي للبروتينات الدهنيه وتأثير الكركمين يماثل أدويــــــة cholestyramine,mevinolin,lovastatin,simvastatin المستعملة لتصحيح الموازنة في البروتينات الدهنيه في المصاب في مرضى السكري وإمراض القلب التاجية وهذه الأدوية تخفض كولسترول البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة وتزيد كولسترول البروتينات الدهنية مرتفعة الكثافة وان

الكركمين هو منتج ذات قيمة علاجية واستهلاكه يمنع تصلب الشرايين ومستخلصات الكركمين مفيدة كعامل مضاد لتصلب الشرايين ليست فقط في خفض اللبيدات في الدم فحسب، بل كذلك في الأشخاص الذين يظهرون ارتفاع مستويات بيروكسدة اللبيدات في الدم كنتيجة للعوامل الوراثية أو الشد البيئي واستهلاك الكركمين يوصى به لمنع ومعالجة تصلب الشرايين.

- **المضادات الميكروبية:** تسلك نشاط مضاد للبكتريا، مضادة للفطريات، مضادة للفيروسات وهذه الصفة مرتبطة مع الهيدروكربونات، sequiterpenes، التربينات الأحادية والتربينات الأحادية الاوكسجينية وجميعها مع أنشطة مضادة للأكسدة ممتازة.
- **النشاط المضاد للطفرات الوراثية antimutagenic:** تثبط الطفرات لعدد من العوامل مثل benzo[α]pyrene وثنائي اثيل ينزا تراسين والذي يمكن تقيمها بواسطة اختبار Ames، الكركم يعمل على كنس diol peroxides وان المطفرات للهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات تحدث بصورة رئيسية بعد تنشيط الايض بواسطة إنزيمات الاوكسيديزات وابوكسايد هايدروكسيليزات مختلطة الوظيفة الميكروسومالية، المعالجة الأولية للحيوان مع المركبات المختلفة يؤدي الى استحداث السايتوكروم p-450 وزيادة الى مصائر الايض المختلفة للمتسرطنات وان الإنزيمات النازعة للسموم مثل glutathione –S-transferases UDP-glucuronyl transferases الميكروسومالية الذي تحدث بإشكال متعددة ومستحدثة ومن العوامل الأخرى الذي تقدر التأثيرات السامة الوراثية لتلك المتسرطنات هي مستويات كلوتاثايون الخلوي وان الكركم يعمل بشكل مشابه وان التراكيز المنخفضة من الكركم 0,1 - 0,5% في الغذاء فعالة جدا ضد الجرعات المنخفضة من المتسرطنات الذي يتعرض لها الإنسان في البيئة الطبيعية.
- **النشاط المضاد لمولدات السرطان أو المتسرطنات anticarcinogenic:** تثبط تكوين adenomas olon و adenocarcinomas ويخفض عدد أورام الرئة وزيادة الحيوانات التي تحمل أورام، تثبيط عملية تكرار DNA في الخلايا المزروعة ويخفض التكاثر ويخفض عدد الانحرافات الكروماسومالية ويظهر نشاط خفيف الى caspases الذي تكون معاملات للاستجابة للموت

الخلوي المبرمج apotosis بالإضافة الى الصفات المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات فأن الكركمين يظهر نشاط مضاد للطفرات الوراثية والمتسرطنات وان الكركمين التجاري في الغذاء يثبط تكوين المتسرطنات المستحدثة benzo[α]pyrene في الجرذي بالإضافة الى تلك المستحدثة بواسطة العوامل الكيماوية الأخرى وان الكركمين يوثر على النشاط الايضي وإزالة السموم من المتسرطنات بالإضافة الى حالة ما بعد البدء في تكوين مولدات السرطان والتأثير العلاجي مرتبط مع صفاتها المضادة للأكسدة وان الكركمين يثبط ايض حامض الاركيدونيك عن طريق مسالك lipoxygenase و cyclooxygenase وان الكركمين يؤثر على تخليق الثايمدين الذي يعتمد على thymidine kinase والذي يعمل بواسطة إيقاف تقدم دورة الخلية خلال الحالة بواسطة تثبيط نشاط انزيم thymidine kinase وتثبيط في التكاثر وفي تثبيط التكاثر الخلوي بواسطة الكركمين الذي لا يتضمن استحداث الموت الخلوي المبرمج apotosis وان (TPA)12-O- tetradecanoylphorboyl-13-acetate يستحدث تكوين 5- hydroxymethyl-2¯-deoxyuridine في دنا الجلدية والدراسة تشير بأن الكركمين هو مثبط خارجي من تحفيز الأورام المستحدثة في TPA وهي تكون أفضل مثبط لتكوين 5-hydroxymethyl-2¯-deoxyuridine المستحدث مع TPA والتأثيرات المثبطة للكركمين على ايض حامض الاركيدونيك وتكوين بيروكسيد الهيدروجين يتضمن تأثيرات مثبطة للكركمين على تكوين protoncogene وتأثيرات مضادة للالتهاب.

- **الأنشطة الحيوية الأخرى:** يفيد الكركم والكركمين كمضافات غذائية لصحة الإنسان وهذه المنتجات تظهر اختلافات تلف الكبد المستحدث بواسطة الافلاتوكسينات المنتجة بواسطة التغذية على الافلاتوكسينات B_1 بمقدار 5 ميكروغرام\يوم لمدة 14 يوما وان المستخلص السائل للكركم بمقدار 10 ملغم\ مل يثبط إنتاج السم بواسطة 99% والتركيز للمستخلص اللازم الى تثبيط 50% من إنتاج السم بمقدار 2,5 ملغم\مل وان الافلاتوكسينات B_1 المنتجة بواسطة Aspergillus parasiticus تستحدث تغيرات في الكبد وتغيرات في الأحماض الدهنية وهدم granular، نخر necrosis، تضخم

الأنسجة للقناة الصفراوية bile duct hyperplasia وان وجود الكركم يعطي النخر ويعدل تغيرات الأحماض الدهنية وان الكركم يثبط إنتاج السموم في الأغذية بدون تثبيط نمو المايسيليم ومنتجات الكركم تعمل كمضادة للشيخوخة.

و. موناسكس Monascus: هي صبغة تزيد من إنتاج IgE في 1 ملي مولار في الخلايا اللمفية في طحال الفار إلا أنها تثبط في تركيز منخفض وهي مهمة لأن معظم الحساسيات ضد مسببات حساسية allergens الغذاء أو البيئية المستحدثة بواسطة تفاعل المصنف الحساسية من نوع –I (type I allergy) الذي فيها استحداث مسبب حساسية خاص IgE الذي تلعب دوراً مهماً وان تلك الصبغة هي مادة مضادة للحساسية والذي تحلل الصبغة في الدهن كمحفز للنظام المناعي وان الصبغات الصفراء والحمراء من صنف Monascusanka و M.purpureus الذي لا تستحدث مولد الطفرات والذي تثبط المطفرات من 3-hydroxyamino-1-metrhyl-5H-pyridol[4,4-b]indol)، وان صبغات Monascus تثبط المطفرات من المنشطات الايضية 2-amino-3-methyllimidazol[4,5-f]quinoline, 2-amino-3,4-dimethyl;imidazo-[4,5-f]quinoline ومستخلص اللحم المطبوخ،Monascus تخفض المطفرات الوراثية من 3-hydroxyamino-1-metrhyl-5H-pyridol[4,4-b]indole) من 55 الى 65% وان Monascus الاصفر يثبط بقوة المطفرات الوراثية من 2-amino-3,4-dimethyl;imidazo-[4,5-f]quinoline وتثبيط 95% مع 0,5 ملغم من الصبغة وان Monascus الأحمر يثبط المطفرات الوراثية من جرعة اللحم المطبوخ لغاية 85% وتظهر ضعف مضاد المطفرات الوراثية تجاه 2-amino-3-methyllimidazol[4,5-f]quinoline المنشط 2-amino-3,4-dimethyl;imidazo-[4,5-f]quinoline الذي تظهر نفس التاثير الخافض ضد 3-hydroxyamino-1-metrhyl-5H-pyridol[4,4-b]indole) وهذه المواد الملونة الطبيعية تثبط المطفرات الوراثية من الأشكال المنشطة من مطفرات مستخلص الغذاء، وان صبغة Monascus تخفض تحفيز الأورام بواسطة خلات radecanoyl phorbol في الجرذي يتبع بدء بواسطة

7,12-dimethyl-benz[a]anthracene، المعالجة مع صبغة Monascus تسبب انخفاض 66 و58% في عدد من الأورام لكل جرذي في 20 أسبوع، ولا توجد هناك فروقات بخصوص وزن الجسم بين مجموعة السيطرة والمجموعتين المعالجة خلال التجربة وان الأغذية والمواد المضافة تكون مهمة في المنع الكيماوي للسرطان، كما تكون الصبغة مرتبطة مع الأنشطة المضادات الحيوية ضد Bacillus subtilis و Candida pseudotropicalis وان المركبات الفعالة هي rubropunctatin,monascorubrin الذي تملك تأثيرات المضادات الحيوية.

ز. اريدويدات **Iridoids**: geniposide تسبب عمل دفعي في الأمعاء الدقيقة بواسطة فحص الحركة والتحويل أو التبديل في الأمعاء وهي شائعة في الفواكه من صنف Gardenia spp والعامل الدفعي في الأمعاء الغليظة هو aglucone genipin وان glycoside,8-acetylharpagide iridoid الذي يحصل عليها من Ajuga decumbens، تظهر تأثير مثبط على مرحلتين من اختبار تكوين المواد المتسرطنة في أورام جلد الجرذي المستحدث بواسطة واهب اوكسيد النتريك كمبدئ و TPA كمحفز، وان 8-acetyhapagide تظهر تأثيرات مثبطة قوية على Epstein-Barr virus استحداث مضاد الجين المبكر ومولد الأورام في جلد الجرذي المستحدث بواسطة ثنائي مثيل بنزانتراسين وخلات radecanoyl phorbol وان العامل المانع الكيماوي للسرطان على الاختبارات الكيماوية الأخرى، وان التأثيرات المحفزة لمضادات الأورام من 8-acetyhapagide يمكن اختبارها بواسطة اختبار مولدات السرطان ثنائية المرحلة للأورام في كبد الجرذي الذي فيها محفزات جين ثنائي مثيل نتروزامين و probasin تستعمل كمبدئ وكمحفز على التوالي وان المجاميع المعاملة مع iridoid تظهر انخفاض ملحوظ في تكوين hyerplastic nodules الكبدي وأكثر من 50% تثبيط في العدد الكلي من nodules الكبدي وأكثر من 45% انخفاض في النسبة المئوية في الجرذي مع nodules في الكبد وان 8-acetyhapagide يثبط بدء الأورام المستحدثة بواسطة واهب اوكسيد النتريك لمدة 2 أسبوع وكذلك تثبط مراحل بدء على مولد المتسرطنات المرحلة الثانية المستحدث بواسطة ثنائي اثيل نتروزامين وبواسطة probasin gene promoter وان 8-acetyhapagide يستعمل كمصدر للعوامل المانعة الكيماوية.

الفصل السابع

تأثيرات الملونات الغذائية

تأثيرات الملونات الغذائية

الملونات الغذائية هي مواد تضاف الى الاغذية وبعض المستحضرات الصيدلانية والتجميلية لاعطائها اللون المناسب أو لحفظها من التلف اي كمواد حافظة ويوجد أعداد كبيرة من الملونات الغذائية في الاطعمة التي نتناولها يوميا وأغلبها ضار أو سام أو حتى مسرطن لذلك يجب علينا مراقبة الاغذية التي نشتريها ومحاولة التخفيف من المواد المعلبة والمجمدة والمحفوظة والتركيز على استخدام الاطعمة الطازجة وضرورة الاهتمام بدراسة تأثيرات المواد المضافة إلى الأغذية بما فيها الأصباغ وإعتماد العديد من الملونات الغذائية في المواد الغذائية وحول مكوناتها وشروط إستهلاكها لسلامة صحة المستهلك وبحث تأثيراتها وإن كانت المقادير المستعملة منها قليلة جداً منذ دخولها الجسم ثم امتصاصها إلى خروجها منه وما قد تسببه من مشكلات أو اضطرابات في السلوك والصحة وتتنوع الأصباغ المستعملة في الأغذية فمنها الطبيعية ومصدرها بعض الأنواع من المملكة الحيوانية أو النباتية أو المعدنية وأخرى صناعية هناك ملونات طبيعية وملونات إصناعية فالملونات الطبيعية يتم جميعها من مصادر نباتية طبيعية مثل الجزر\ البرتقالي، الشوندر\الاحمر، قشور العنب\أحمر وأزرق بينما الملونات الصناعية انتجت اول مرة عام 1882 ومنذ ذلك الحين بدأت عملية صناعة المواد الملونة لتعوض الطبيعية الذي تتأثر أقل من الطبيعية بتأثر الضوء والاكسيجين والبكتريا وتعطي ألوانا أكثر غذائية وذات فاعلية طويلة حيث أنها غير مكلفة وغير باهظة الثمن وهناك تاثيرات للمواد الملونه الخطيرة والسامة التي تكاد تكون موجودة في جميع الأغذية والأطعمة الجاهزة التي نتناولها يوميا وقد تم ذكر المواد الملونة ودورها في المساهمة بالإصابة في السرطانات، إضعاف الجهاز المناعي، الاختلال النفسي والعصبي وتكمن المشكلة في أن أغلب الأفراد لا يعرفون الحقيقة علماً بأن معرفة طبيعة وحجم مشكلات المواد الكيميائية في الأغذية هي معرفة ناقصة على الصعيد العالمي كما أن المعطيات المتعلقة بالترصد والمراقبة والتلوث الغذائي الكامن هي معطيات متناثرة ولا يخفى أن ضمان السلامة الغذائية هو أحد الالتزامات الأساسية لأي سلطة مختصة بمراقبة الأغذية ولاسيما في ضوء متطلبات اتفاق منظمة التجارة العالمية حول التدابير الصحية العامة والتدابير الخاصة بصحة

النبات والغذاء ومن الشائع أن أصابع الإتهام تشير إلى هذه المواد الكيميائية والتي تدخل ضمن غذائنا اليومي



فكيف يمكن للجهات المختصة أن تسمح بتناول مواد لها تاثيرات سلبية وقد تشكل خطراً على صحة المستهلك لذا يجب الاهتمام بأمور المواد الكيميائية التي تدخل في تركيب الأغذية بتحديد كمية كل فئة التي يسمح للشخص الواحد أن يستهلكها كل يوم وهنا يأتي دورنا كمستهلكين هذه المواد أن نتخطى هذه الكمية باستهلاك منتجات مختلفة تحتوي على مادة أو أكثر من هذه المواد وقد تختلف من فرد لآخر فهناك من يتعدى هذه النسبة يوميا وبشكل منتظم حيث تستخدم المواد الملونه في تصنيع الأغذية لتحسين شكلها وعادة تخضع المادة الكيميائية قبل استعمالها لتحاليل دقيقة من جهات مختصة مثل منظمة الغذاء والأدوية في الولايات المتحدة، الإتحاد الأوروبي، والمؤسسة العامة للغذاء والدواء في كل دولة فعلى كل منتج غذائي مصنع أن يستجيب لثلاثة شروط هي الضرورة التقنية، الحاجة للمستهلك والسلامة الغذائية ويستخدم الإتحاد الأوروبي الحرف E من كلمة Europe يليه رقم معين كرمز للمادة المضافة المسموح تداولها ضمن ثلاث فئة أساسية للملونات E100-199 والألوان الطبيعية مثل الألوان البرتقالية يرمز لها E160 الموجودة في قشر البرتقال والجزر، الألوان الحمراء يرمز لها بالرمز E160 الموجودة في قشر العنب الأحمر، والكركديه والبنجر والفلفل الأحمر، الألوان الخضراء من الكلوروفيل ويرمز لها E 141 الموجودة في أوراق الأشجار، الألوان البنية ويرمز لها E150 وهو السكر المحروق والكراميل، الألوان البنفسجية ويرمز لها E163 الموجودة في الفراولة والملفوف الأحمر وقشر العنب وبعض أنواع التوت بينما الألوان الصناعية مثل مادة لون غروب الشمس sunset yellow الصفراء ويرمز لها E110 والموجودة في عصير الفاكهة،

مادة كارموسين carmoisine ذات اللون الأحمر القرمزي ويرمز لها E122 المتوفرة في المربيات، مادة بونشيا 4 أر ponceau 4R الحمراء ويرمز لها E124 والمتوفرة في الحلويات الملونة باللون الأحمر، مادة Brilliant Blue ذات اللون الأزرق المشع ويرمز لها E133 والموجودة في الأيس كريم المثلج وأدوات التجميل، مادة تارترزين tartrazine ويرمز لها E102 والموجودة في قطع حلويات المص بالعود الخشبي أو البلاستيكي وفي المشروبات الغازية، مادة كوينولاين quinoline الصفراء ويرمز لها E104 والمتوفرة في تلوين الأطعمة باللون الأصفر، مادة ألور الأحمر allura red AC ويرمز لها E129 والموجودة في الأطعمة الملونة باللون البرتقالي الأحمر الممنوعة دوليا هي E103, E105, E111, E121, E125 E126, E130, E152,161, وتجنب الملونات التي تستخدم في المشروبات الغازية، الحلويات، الكيك والأيس كريم، ومن هذه الملونات أصفر غروب الشمس FCF E110، أصفر الكينولين، E104، الأحمر E122، أحمر الألورا E129، التارتازين E102 والشقائقية E124 وتلعب الملونات عادة الدور التزييني وتستخدم بالأخص في منتجات الأطفال كالسكاكر، فالعديد من الوجبات الخفيفة والحلويات الأكثر انتشاراً في الأسواق قد استخدم فيها العديد من الملونات الصناعية ومن البدائل الطبيعية لألوان الطعام الصناعية هي الأصفر من الزعفران، الأخضر من عصير السبانخ، الوردي من الكرز والتوت والشوندر، الأزرق من عصير توت الأغذية الجاهزة بمعظمها كالحلوى والكعك والايس كريم والمعجنات والتوابل والجيلاتين والمشروبات الغازية وبعض أنواع الجبن والعصائر الحاوية على هذه المواد الضارة التي لا تخدم أي غرض سوى جعل الغذاء يبدو أجمل ولذلك يجب الانتباه لأسماء الأصباغ المستخدمة في بعض المنتجات التي نتناولها، بعض الألوان تتضمن في العمليات الأساسية للحياة وان التركيب الضوئي والتكاثر من بين تلك العوامل ولإنجاز هذا المدى من الوظيفة اللازمة الذي تكون كبيرة من المركبات المتمثلة في الطبيعة مثل الكلوروفيل، الفلافونويدات، الانثوسيانات، الكاروتينويدات، البيتالاينات والكوينونات فالمواد الملونة الطبيعية مثل الكاروتينويدات، الانثوسيانات، البيتالاينات لها صفة مهمة الذي تتحرك باتجاه استعمال تلك لمركبات ويمكن استعمال الأجناس والصبغات غير العضوية كمواد ملونة فالتلف الصحي يستحدث بواسطة الصبغات غير العضوية الناتجة في الاستعمال الجاري للعدد المحدود منها مثل ثاني اوكسيد التيتانيوم، الكربون الأسود الذي يكون استعمالها محدود

فالعمليات من الإنتاج للصبغات الصناعية وغير العضوية يمكن السيطرة عليها لضمان المواد الملونة الغذائية ذات الدرجة العالية وان المواد الملونة الصناعية المستعملة للصناعة معلومة التركيب الكيماوي الذي تضمن انتظامية اللون في المنتجات المصبوغة وهناك عدد كبير من الألوان المنتجة وكل مادة ملونة تستعمل بمفردها أو في خليط مع المواد الصناعية الأخرى وتلعب الصبغات دوراً مهماً منها الكلوروفيلات، الفايتوكروم والانثوسانانات وهذه الصبغات تتضمن في التركيب الضوئي والحماية الضوئية للنباتات الخضراء وفي بعض البكتريا حيث يتم وصف مظهرها وأهميتها في التركيب البنائي في الجزيئات الأخرى مثل الهيموكلوبين، فيتامين B_{12} والسايتوكروم، الايزوبرينويدات تتوزع على نطاق واسع ومعرفة دورها الفسيولوجي محدود جدا فوجود البيورينات purins والبتيرينات Pterins كمواد ملونة محدودة الاستعمال للأسماك والحشرات على التوالي وان البتيرينات هي عوامل نمو لبعض الأحياء الدقيقة ومن أخطر الملونات كما ترد في محتويات الأغذية المصنعة بالأحمر 40 والأصفر 6 وهي ملوثة بمواد مسرطنة أما صبغة الأحمر 3 التي منعتها الولايات المتحدة في الأدوية ومواد التجميل فهي لا تزال تستخدم في الأغذية مجففة ومجمدة من الفواكه إذ يستخرج اللون الأخضر من الكلوريلا، الكاروتيه من الجزر، لأسود من البن، والأحمر من الشوندرالا ان أكثر الألوان المستخدمة أماتا هي الأناتو وهو بذر أحمر لشجرة استوائية يضاف للجبنة أو الزبدة لمنحها الاصفرار، للملونات الغذائية ضوابط معينة وقوانين تحكمها وتحدد الكميات المسموح بها في المادة الغذائية ففي حالة زيادة الكمية عند الحدود والمسموح بها فانها قد تؤدي الى مضاعفات خطيرة مثل تكوين الأورام السرطانية، التأثير على وظيفة القلب، الكبد، الكلى، التأثير على المخ والجهاز العصبي وقد تؤدي الى أمراض في الجلد والفم وتؤدي الى تدمير الفيتامينات الضرورية مثل فيتامين B_{12} لذا فأن منظمات وادارات الأغذية هي التي تقوم بوضع القوانين الخاصة بها ففي الولايات المتحدة الامريكية على سبيل المثال فأنه لا يمكن استخدام أي منها إلا بعد موافقة ادارة الاغذية والأدوية FDA وهي الجهة المخولة بأعطاء الموافقة على استخدامها وكذلك وضع الحدود المسموح بها في المادة الغذائية ونظرا لكثرتها في الأغذية فأن ادارة الأغذية والأدوية قامت بتحديد الكمية المسموح باستهلاكها يوميا واستهلاك أعلى من الجرعة المسموح بها قد يؤدي الى تأثيرات سلبية قد تظهر في الوقت القصير أو بعد فترة من الزمن بالإضافة إلى أضرار التلوث البيئي التي تلحقه

صناعة المضافات من مواد حافظة وملونات إلى البيئة في كافة مراحل تصنيعها والنفايات التي تنشأ من عمليات التصنيع الكيميائي لها، النرويج هي الدولة الوحيدة في العالم التي تمنع إضافة الملونات الصناعية في الغذاء والحلويات وهي بذلك تعتبر الدولة الرائدة في التخلص من الملونات الصناعية والغذائية.

تأثيرات على الجمالية

من الناحية الجمالية تعد من أبرز أسباب إستعمال هذه الملونات وخاصة أن لون المنتج يؤثر كثيراً على مذاق المنتج كما يخضع إستعمال بعض الملونات في بعض الاحيان الى الغش حيث أن إضافة اللون الاصفر يعطي للمستهلك فكرة أن المنتج قد إستعمل أكثر كمية من البيض وأن إستعمال اللون الاخضر والاصفر في إنتاج الحلويات يعطي إنطباع بوجود السيترون كما تستعمل بعض الملونات لإعطاء صورة على أن المنتج ناضج وبالتالي فإن إستعمال الملونات في نهاية الامر يهدف الى ترغيب الحرفاء وجلبهم لشراء المنتوجات.

تأثيرات على الحساسية

ان ما يعرف بالحساسية هي استجابة غير طبيعية من جهاز المناعة في الجسم تجاه مادة يفترض أنها غير ضارة في الحالة الطبيعية، قد يثار هذا النظام بمؤثرات مختلفة إما بسبب هجوم غزاة معينين كالبكتريا والفيروسات والمواد الكيميائية وغيرها أو قد يكون هناك خلل في هذا الجهاز المناعي لدرجة أن يكون لديه حساسية من بعض المواد الطبيعية هذه المواد التي تثير الاستجابة للحساسية تسمى مثيرات الحساسية ومن مثيرات الحساسية هي الملونات ومن أهم المشاكل التي تسببها هذه الملونات هي الحساسية الجلدية وحساسية الجهاز التنفسي فربما أن الخطر يكمن في مقدار الجرعة أو الكمية وبفترة تناولها ويبقى الحل الأفضل الإعتدال في استهلاك المنتوجات الغذائية المصنعة، أن ألوان الطعام الصناعية سبب في ظهور أعراض الحساسية الجلدية والأكزيما وغيرها من الأمراض المستعصية أو قد تسبب حساسية لدى بعض الأشخاص على شكل ربو قصبي أو شرى في الجسم أو التهاب غشاء الأنف أو حدوث وذمة أو اضطرابات في الرؤيا، الحساسية من وجود التاترازين في طعامهم وشرابهم

فقد يحدث نتيجة تأثيرات كيماوية لصبغة التاترازين على الجسم أو ردود فعل الحساسية عند اتحادها مع بعض المركبات كالبروتينات الموجودة في الأغذية، صبغات الأزو هي مجموعة من الملونات الاصطناعية يرمز لها E102, E110,E112 ومن رقم E122- E124 ورقم E151 وقد تم اعتبارها بأنها من المواد غالباً المسببة لتفاعلات فرط الحساسية، أن استهلاك مواد تحتوي على ملون الأزرق الباتنتي E131 يؤدي إلى الإصابة بمختلف أمراض الحساسية كما أن ملون الترترازين E102 الموجود في لعب الأطفال يتسبب في شتى أمراض الحساسية لمرض الربو والحساسية علاقة وطيدة جداً ببعض الألوان الصناعية مثل التارترازين وهو اللون الصناعي E102 أون اللونين E107 و E133 هما علاقة بحدوث أمراض الكلى ومنها الفشل الكلوي واللون E133 الأزرق البراق منع في كل من ألمانيا، سويسرا، السويد، إسبانيا، النرويج، إيطاليا، اليونان، فرنسا، بلجيكا، والنمسا.

تأثيرات على اللحوم

إذ بات من المستحيل الإستغناء عن هذه المواد رغم خطورتها خاصة إذا أردنا استهلاك اللحوم المبردة أو المعلبة كما أن معظم اللحوم التجارية المصنعة تحتوي على المواد الملونه لأنها ضرورية لتحسين اللون في هذه المنتجات فأن المواد المضافة الى بعض أنواع اللحوم المصنعة مصل صبغةE 128\Red 2G التي تعطي السجق والهمبرجر اللون الأحمر التي من شأنها إعطاء تلك المنتجات لوناً مميزاً قد تتسبب في إصابة من يتناولها بمرض السرطان.

تأثيرات على الاطفال

علينا الإعتدال في تناول الأغذية الجاهزة والاعتماد على الطعام المجهز منزليا حفاظا على صحتنا وصحة أطفالنا إذا كان البعض لا يمكنه الاستغناء عن الأغذية لضرورات العمل فيجب المباعدة بين الفترات الزمنية التي يتم فيها تناول الأغذية الجاهزة ويجب توخي الحذر بأن لا تكون الأغذية الجاهزة هي الأساس في الطعام اليومي حتى لو استدعت ظروف العمل ذلك لكن إذا كان الأمر حتميا فيجب البحث عن الأطعمة الجاهزة التي تخلو من المواد الملونة مثلا إذ أصبح كثير من مصانع المواد

الغذائية تنتج أطعمة خالية من المـــواد الملونة وتـزداد الخشـية مـن امكانيـة حـدوث مضاعفات ومخاطر صحية مترتبة عن استعمال الملونـات عنـدما يسـاء اسـتخدامها في مجال تصنيع المواد الغذائية مثل استعمالها في غير موضعها أو بمقادير وجرعـات أكـبر مما هو مسموح به أو استعمالها أصلا أو تجـاوز التركيـز الأقصى لكـل مـادة منهـا وأنـه بإمكان تلك الملونات سواء بسـبب سـوء الاسـتعمال أو التراكـم في الجسـم أن تـؤدي إلى الإصابة بعدة أمراض مثـل الحساسـية الجلديـة أو حساسـية الجهـاز التنفسـي، الإصـابة بانتفاح الوجه، الهيجان المفرط عند الصغار.



وتراجع قـدرتهم علـى اسـتيعاب دروسـهم وأنهـا مـن المتسـببات الرئيسـية في معظـم الأمراض السرطانية التي انتشرت في السنوات الأخيرة بفعل تراكم مخلفاتها في الجسم، أن عـدد الأطفـال المصـابين بالفشـل الكلـوي قـد يرفـع مـن نسـبة إصـابة الأطفـال بمـرض السرطان ومرض السكري ويرجع السبب الى سوء التغذية وتنـاول أطعمـة فيهـا مـواج ملونه تؤدي إلى تكسير كرات الدم الحمراء لدى الأطفال المصابين بفقـر الـدم وتـؤثر علـى الجهاز المناعي فضلا عن وجود أنواع تدمر فيتامين B_{12} في الجسم وأن الأطفال الـذين يتناولون المواد الملونة قد يصابون ببعض الإعاقة التي ينتج عنها تأخرهم في الكـلام أو الـبطء في القـراءة، ضـعف في نسـبة الـذكاء، الشـكوى الدائمـة مـن العطـش الشـديد، صـعوبات التـنفس، السـرطان، أمـراض السـكري والقلـب والرئـة فـأن E110 يسـبب الحساسية، فرط النشاط عند الأطفال، أورام كلى، ألم في المعدة والتقيء، E129 يسبب ربـو، فـرط النشـاط والسـرطان إذا أخـذ بتركيـزات عاليـة، E102 تسـبب الربـو، E122،124،104،133 تسبب الحساسية، فرط النشاط والربو، الملونات التي يجب أن يجتنب الأطفال E 102, E 104, E 107, E 110, E 120, E 122, E 123, E 124, E 127, E 128, E 132, E 133, E 150, E 151, E 154, E 155, E 210, ومـن الآثـار الناتجـه عـن الحلويـات ذات الألـوان الصـناعية هـي تـؤثر علـى

سلوكيات الأطفال وزيادة النشاط، تنخفض لديهم قدرات التركيز وتقودهم لأن يكونوا أكثر هيجاناً وتوتراً وأقل انتباهاً، تسبب العديد من الأمراض منها التقيؤ والإسهال وتحد من كفاءة المعدة على الهضم وتؤدي إلى التلبكات المعوية، الحمى والصداع وفي بعض الأحيان قد تسبب بعض تلك الملونات أمراضاً سرطانية، تتسبب الحساسية والأكزما التي باتت منتشرة بشكل كبير بين فئة الاطفال وتؤثر هذه المواد على وظائف الكبد والكلى كما تؤدي إلى التشوهات الخلقية وزيادة نوبات الصرع ومن الأغذية المحفوظة وتلك المضاف إليها مكسبات اللون، أن بعضها ذات ألوان وطعوم جديدة ولكن ضارة جدا ذلك لأن تكوينها الكيميائي يكون غير مطابق للنسب المجددة والتي يجب الالتزام بها بدقة عند إضافتها للمواد الغذائية وهذا يؤدي إلى انتشار الأمراض بين الأطفال خاصة أمراض الدم والحساسية كما أن الأطفال المصابين بفقر الدم تتأثر صحتهم بشكل خطير جراء تعاطي أغذية مضافا إليها هذه المكسبات حيث إنها تعمل على تكسير كرات الدم الحمراء كما أن الخطر يتزايد مع تكرار تناول هذه المواد واستمرارها حيث تتراكم هذه العناصر الكيميائية بالكبد والكليتين وتعمل على إصابتهما كما تؤثر هذه المواد على شهية الطفل وتضعف رغبته في تناول الطعام خاصة الأطعمة المغذية والتي يحتاج جسمه إليها مما يضعف جهازه المناعي ويجعله عرضة للأمراض.

تأثيرات على فرط النشاط hyperactivity

الألوان الصناعية لها ارتباطات عديده لها علاقة مع اضطرابات فرط النشاط والسرطان خاصة عند الأطفال فالملونات الغذائية هي أي مادة تضاف إلى الأطعمة والأشربة لتغير من لونها وتحسن مظهرها وتلجأ مصانع الأغذية لاستخدامها عندما يختفي اللون الطبيعي للمنتج الغذائي أثناء التحضير مما يجعله أكثر جاذبية وسيزيد من إقبال المستهلك عليه فالألوان الغذائية الصناعية الأكثر شيوعاً هي الصبغة الحمراء رقم Allura Red 40 وهي الصبغة الأكثر استخداماً حيث أنها قد تسبب فرط الحساسية، الصبغة الصفراء رقم Tartrazine5 هذا النوع من الأصباغ يستخرج من قطران الفحم وقد يسبب فرط الحساسية الشديدة وقد يؤثر على حركة وسلوكيات الأطفال وهي تستخدم في المشروبات وفي حلويات الجيلاتين والعديد من الأطعمة الأخرى.

تأثيرات على الاورام والسرطان

تسبب السرطانE131,E142 أو تسبب ظهور بعض الأورام منها الصبغة الزرقاء رقم Brilliant Blue 1 تسببت بأورام الكلى وهي تستخدم عادة في المعجنات، المشروبات، الحلويات والحبوب كما ان الصبغة الزرقاء رقم 2 indigotine ارتبطت بظهور بعض الأورام خاصة الاورام التي تصيب الدماغ وهي تستخدم عادة في المشروبات الملونة والحلويات، الصبغة الحمراء رقم Citrus Red 2 ارتبطت بظهور بعض الأورام التي تصيب المثانة البولية، لوحظ بأن استخدام الصبغة الخضراء Fast Green بكثرة قد أدى إلى زيادات كبيرة في ظهور أورام المثانة وهي تستخدم في صناعة الحلويات، المشروبات، الآيس كريم، أحمر الشفاه ومستحضرات التجميل، اعترف بالصبغة الحمراء رقم Erythrosine 3 في عام 1990 من قبل FDA كمادة مسرطنة تؤثر على الغدة الدرقية وهي تستخدم في أغلفة السجق، المعجنات والحلويات، الصبغة الحمراء رقم Allura Red 40 هي الصبغة الأكثر استخداماً حيث أنها قد تعجل من ظهور الأورام التي تصيب الجهاز المناعي وهي تستخدم في المشروبات والحلويات، الصبغة الصفراء رقم Sunset Yellow 6 تسببت بأورام الكلى والغدة الكظرية، وهي تستخدم في المعجنات، المشروبات، الحلويات، حلويات الجيلاتين، السجق وحصل خلاف في الثمانينات حول استعمال اللون الأحمر رقم (2) E127 والرقم E129 (40) بين كندا والولايات المتحدة الأميركية حيث سمحت كندا باستعمال اللون الأحمر (2) وحظرت (40) بداعي حول إمكانية هذا الملون بتسريع إحداث ورم لمفي وبعد اجتماع خبراء البلدين خلصت الدراسة إلى أن الملون (40) لا يزيد من إمكانية حدوث أو تسريع حدوث هذا الورم ويستخدم الأحمر كملون عام لجميع الأغذية بما فيها الأغذية الداعمة للحميات في الولايات المتحدة، أن استهلاك مواد تحتوي على ملون أحمر أمرانت E123 يؤدي إلى الإصابة بالسرطان.

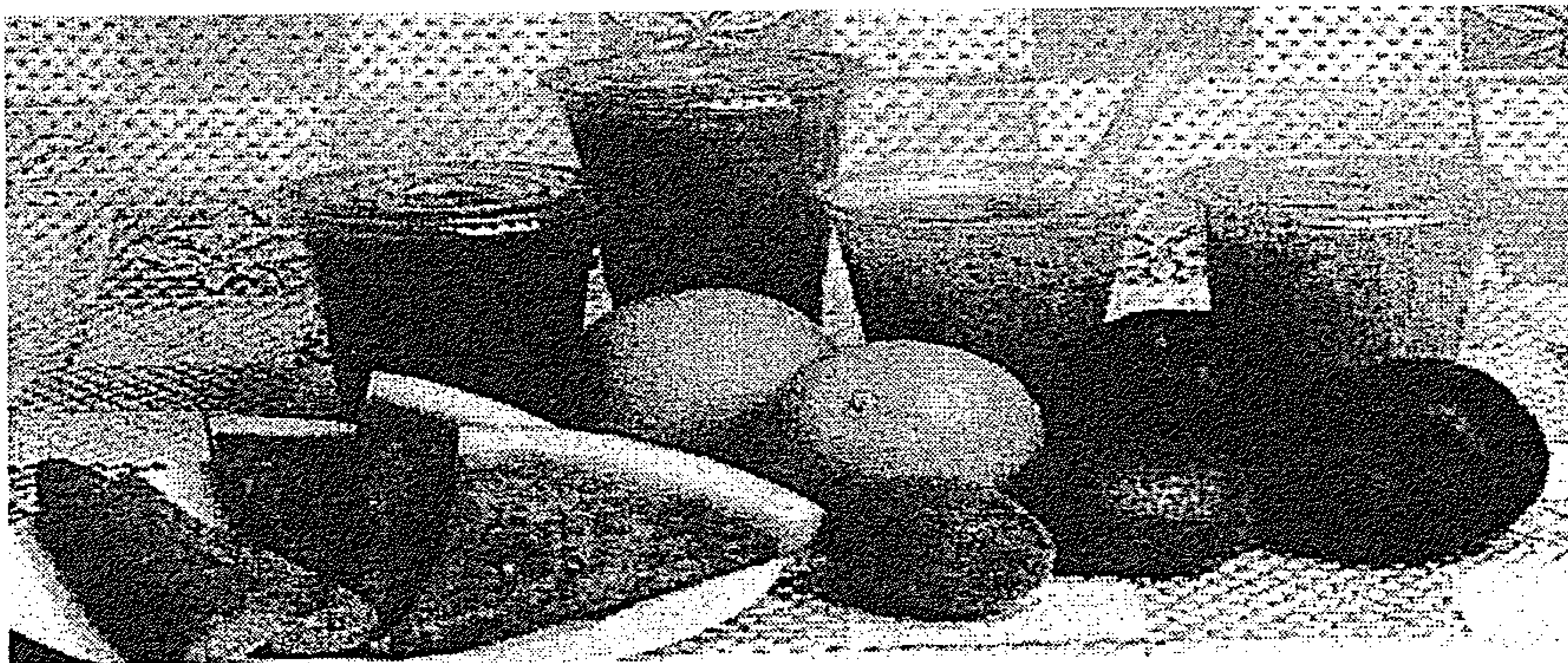
تأثيرات على الجهاز العصبي

أن ألوان الطعام الصناعية سبب في ظهور أعراض القولون العصبي وغيرها من الأمراض المستعصية ذات العلاقة وهناك أصباغ أخرى تستخدم في الأغذية مثل

زانزينات Xanthenes واريثروزين Erythosin لوحظ أنها تغير نفاذية غشاء الخلايا العصبية لذا يعتقد البعض أن يكون هذا التأثير مسؤولاً عن حدوث اضطرابات سلوكية في الإنسان عند تناوله الأغذية المحتوية عليهما.

تأثيرات على المشروبات والمرطبات

عادة ما تستعمل الملونات في صناعة المرطبات مثل E101a ، E102، E175، وهذه الملونات هي تستعمل في المرطبات عادة ما تكون الاصفر والبرتقالي والازرق والاخضر ومن تأثيراتها الجانبية والصحية انها تسبب أمراض الحساسية وتسبب الامراض الجينية والسرطان لذا ينصح التأكد من وجودها وصلاحيتها وطرق تحليلها ومعرفة كميتها في الاغذية التي أضيفت لها لأن تناول جرعات وبمعدلات أعلى من المسموح به يؤدي الى تراكم هذه المواد في الجسم وقد تحدث بعض الاضرار الصحية مستقبلا، وأن هناك تأثيراً مباشراً لهذه الملونات على الأطفال من حيث زيادة النشاط وقلة التركيز وبعض أنواع الحساسية، المادة الحمراء المضافة في المشروبات والعصائر من مركبات النفط ولها مخاطر سرطانية وأن كثيرا من الدول



قد منعت هذه المشروبات لخطورتها على الأطفال بوجه التحديد واحتمالية اصابتهم بالسرطان وأمراض أخرى جراء تناولهم للأصباغ الحمراء التي تستخرج من مواد مركبة من المستخرجات النفطية تضيف ألوانا للعصائر لإضافة جاذبية لتلك المشروبات الا ان لها تأثيرها على صحة الانسان والأطفال على وجه التحديد حيث تتركز خطورتها بشكل جلي على الأطفال وتأثيرها على مستويات الذكاء لديهم، أن بعض الاغذية تحتوي على كميات من ألوان E102 ،E110 تتراوح ما بين 50-300 جزء في

المليون مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذين اللونين E102،E110 منتشران جداً في الأغذية والمشروبات وبخاصة في حليب الأطفال بنكهة الموز، يلاحظ في شهر رمضان الكريم أنه يكثر استهلاك المشروبات الملونة العديدة والتي تستهلك بعد الإفطار مباشرة مثل شراب التوت الصناعي، البرتقال الصناعي وغيرها من المشروبات الملونة كذلك بعض الجلي والحلويات ذات الأصباغ العديدة ورغم التحذير الشديد من مشاكل الاصباغ أو المواد الملونة وهي مواد كيمائية مصنعة حيث تعتبر هذه المواد الملونة مواد مضافة للغذاء يتم تصنيعها بدرجة نقاوة عالية كما أن لها قوة تلوين عالية وتكون على اشكال عديدة مثل المسحوق، الحبيبات والسوائل وهذه المواد تخضع لتشريعات خاصة وأنظمة دقيقة إلا أنه ينصح بالاقلال منها والابتعاد عن كل مواد مصنعة وخصوصاً أن هناك البدائل وكما نعلم أن العادة الغذائية تحتاج إلى وقت يتم تغيرها ويجب الحرص على أن نبعد هذه المشروبات الملونة والتي للأسف أصبحت ظاهرة متكررة على مائدة الإفطار ولا يخفى علينا أهمية شرب السوائل بعد صيام يوم طويل ولكن يجب أن لا تكون هذه السوائل محتوية على الصبغات الملونة والمواد المضافة الأخرى لأن هذه المواد سوف يتم امتصاصها بشكل سريع بعد الصيام لذلك لابد أن تكون المشروبات طبيعية ويمكن شرب المشروبات الطبيعية مثل العصائر الطازجة أو العصائر التي لا تحتوي على مواد ملونة وعموماً العملية تحتاج إلى نوع من التوعية البسيطة لأن البديل موجود وخصوصاً أن المشروبات الطبيعية والعصائر الطبيعية تحتوي على فيتامينات وعناصر غذائية جيدة بعكس المشروبات الصناعية والتي لا تحتوي الا على ملونات صناعية لها خطر على الجسم وخصوصاً عند الأطفال وللأسف هم الشريحة التي تقبل على هذه المواد الملونة ولذلك فإن خطرها عليهم كبير فالحذر من هذه المواد الملونة وخصوصاً أن الشخص سواء كبيراً أو صغيراً سوف يستمر عليها 30 يوماً وبعد صيام لذلك فإن تأثيرها سوف يكون كبيراً فالماء هو المشروب المفضل أو العصائر الطبيعية للحد من مشاكل المواد الملونة كما يجب الحذر من كثرة إضافة السكر الأبيض على هذه المشروبات الملونة لأنها تؤثر على زيادة الوزن.

تأثيرات نفسية وأمراض سلوكية للأطفال

يستخدم منتجوا المواد الغذائية وبالخصوص حلويات الأطفال الالوان الصناعية للتعويض عن فقدان اللون الطبيعي بسبب التعرض للضوء أو الهواء، درجات الحرارة، الرطوبة وظروف التخزين، إخفاء أو تمويه ذات النوعية الرديئة المنخفضة القيمة الغذائية لتجعل الطعام أكثر جاذبية والتي تؤثر سلباً على الاطفال وتستخدم في الصناعات الغذائية الكثير من الأصباغ المحضرة من قطران الفحم بعد إجراء اختبارات علمية دقيقة لتمييز الضار منها ورقابة على درجة نقاوتها والتأكد من خلوها من المواد الضارة بالصحة ومنها مركب التاراترازين ولونه أصفر وهو من أصباغ مجموعة الأزو Azo المحضرة من قطران الفحم الحجري وشاع استخدامها كمواد ملونة صفراء كما تستورد أغذية أخرى من بعض دول شرق آسيا مثل تايلاند واليابان وتمتاز بألوانها البراقة وهي محضرة من دقيق الرز مع شراب فول الصويا



ومواد ملونة خضراء وحمراء وصفراء ويستخدم في تحضير شوربات سريعة التحضير للأطفال وسواهم مثل شعيرية سريعة التحضير بمادة ملونة صفراء وشاع في الأسواق بيع الكثير من أنواع الأغذية الخفيفة المسلية بأسمائها المتنوعة وتتفنن الشركات التجارية في إنتاج المزيد من أصنافها التي تتباين في مذاقها ونكهتها لتشجيع الأطفال على تناولها وإضافة الأصباغ والملونات الصفراء أو البرتقالية المسموح بها مثل E102, E124, E110, E160 وأحياناً مواد ملونة طبيعية كالصعتر والتوابل والزعفران والكركم وملونات أخرى الى الأطعمة وغيرها من المنتجات يمكن أن تمنحها لوناً جذاباً وطعماً شهياً الا انها تسبب الآثار السلبية الناتجة عن المواد الملونات المضافة إلى السكر، البسكويت، رقائق البطاطا وأغذية الأطفال والملونات الموجودة في المنتجات

الغذائية مثل الجيلي والمشروبات الغازية التي تسبب إصابتهم بتقلبات مزاجية، حالات الغثيان والإسهالات والإقياءات، الحساسيات الجلدية، الشبع الكاذب، السمنة المفرطة، البلوغ المبكر، أقل تركيزا، توترت أعصابهم بسرعة، فقدان أعصابهم بسرعة، أقل قدرة على النوم، يؤدي الى وجود تأثيرات سلبية جداً على عدد من السلوكيات عندهم فالحركة المستمرة، التململ القلق بالاضافة الى قلة التركيز في الدراسة أو عند حضور الدروس والمحاضرات، إزعاج الآخرين بتصرفاتهم، المشاغبة، صعوبة في النوم، نقص التركيز، تزيد شقاوة الأطفال، زيادة نوبات الغضب، ها تأثير سلبي على النشاط والاهتمام بالأطفال، القيء، الصداع، النشاط الحركي الزائد، الحساسية كالربو، الحساسية الجلدية، تأثيراً عكسياً ملحوظاً على سلوك أطفال، النشاط السلوكي المفرط لدى الأطفال، زيادة في فرط الحركة السلوكي عند الأطفال، نقص الانتباه، زيادة الوزن والبدانة عند الاطفال، تسوس الاسنان، مشاكل في الصحة الفموية، تفاعلات تحسسية شديدة، وهناك احتمالات بوجود تأثيرات سلبية تؤدي الى مشكلات سلوكية تتضح في تصرفات الطفل كما تؤدي الى فرط النشاط والتشتت الذهني لدى الاطفال، حامض البنزويك الموجود في المشروبات الغازية يؤدي إلى ظهور هيجان لدى الأطفال لذلك فقد تم منع هذا الملون في البرتغال والنمسا والنرويج، أقل قدرة على النوم، زيادة السلوك العدواني للأطفال، نشاطاً حاداً طرأ على سلوكياتهم، اضطرابات سلوكية، حركة الأطفال غير اعتيادية، يعانون من نشاط مفرط، تنخفض نسبة انتباههم ودرجة تركيزهم وتغيرات سلوكية حادة ناتجة عن المواد الملونة المضافة الى السكر والبسكويت وأغذية الاطفال وتشجيع مصانع الأغذية المسلية للأطفال على استخدام المواد الملونة المحضرة من مصادر طبيعية كلما أمكن ذلك وخصوصاً بعد ظهور بعض المستحضرات الغذائية المحتوية على ملونات طبيعية في الأسواق كاللون الأصفر المستخلص من الفلفل الأحمر الحلو ورمزه E160، أحمر الشوندر أو استخدام الزعفران والعصفر والكاروتينات والكركم كمصدر للون الأصفر، للون الأحمر من جذور الشوندر، ثمار الكركديه، ثمار التوت الأسود، الكرز الأسود، الورد البري وشقائق النعمان، تحضير اللون البني ومشتقاته من الكراميل اي السكر المحروق، اللون الأخضر من الكلورفيل المستخلص من الأوراق الخضراء، استنباط الألوان الأخرى من عمليات خلط لونين أساسيين مع بعضهما بنسب معينة فالازرق الغامق E131 يستعمل في جلي الاطفال وهي مادة محظورة في الولايات المتحدة

واستراليا والحث على تناول الأغذية الخفيفة المسلية الخالية من المواد الصناعية الملونة مثل شرائح البطاطا المحمرة بالزيت الخالية من المواد الصناعية، تناول الأغذية الطبيعية في مكوناتها كالفواكه الطازجة وعصائرها والألبان.

تأثيرات على الجسم

الأغذية الملونة تجذب الانظار بالوانها الزاهية وتفتح الشهية لتناول المزيد منها والتي تزينها مجموعات مختلفة من الالوان الجذابة الصناعية وهي تشمل على سبيل المثال الصبغة F D & C yellow No. 5 المستعملة في تحضير مشروبات البرتقال الصناعية لإكسابها اللون الأصفر المميز له ومخاليط الكيك، المعكرونة، الجيلاتين، البودنج، الحلوى والأجبان، المعجنات، المربى، الحلويات، الكعك، الفطائر، الآيس كريم، الشيس والمشروبات الغازية والعجيب ان الذين ينجذبون الى تلك المأكولات والمشروبات ليسوا من الصغار فقط وانما من الكبار ومعظم الذين يتناولونها لا يدركون مقدار الضرر الذي تسببه هذه الالوان وقد لا يذكرون حالات التسمم التي نتجت عن تلك الالوان وهذه الحالات هي التي دفعت بالجهات الصحية والغذائية في مختلف الدول الى حظر استخدام ملونات معينة لاعطاء المأكولات الواناً جذابة تساعد في الدعاية لها والترويج لبيعها والذي تمتلئ الأسواق المحلية بمختلف أشكال وأنواع والملونات الصناعية التي تضاف إلى الأغذية الذي انتشرت وتعاظم استخدامها بشكل غير مسبوق وامتدت إلى المأكولات اليومية وكذلك المعلبات والحلويات ومختلف ما تقدمه المطاعم من الوجبات الغذائية والأطعمة المعروفة والغرض تحسين كما هو مزعوم، ليس ذلك فحسب بل أصبحت الملونات الصناعية مستخدمة في جميع الأشكال الصناعية كمستحضرات التجميل أو الأغذية أو الأدوية وغيرها من المجالات الصناعية المختلفة تلك هي إحدى كوارث العصر جراء ما تشكله من مخاطر على حياة الإنسان حيث أن الملونات والأصباغ تحتوي على مواد ضارة بالصحة ومسببة للأمراض الخطيرة من استخدام الملونات الصناعية للأطعمة من تراكمها في جسم الإنسان لتأثيراتها السلبية العديدة وما تسببه من أمراض الحساسية سواء الجلدية أو التنفسية خاصة لدى الأطفال ضافة إلى أنها تسبب أضراراً حادة أو مزمنة تؤدي إلى الإصابة بقرحة المعدة والأخطر من كل تلك الأضرار الإصابة بسرطان

المخ والقولون والأمعاء نتيجة تراكم استخدام تلك المواد الكيميائية والإفراط في تناولها بصورة مستمرة وبعض الأمراض السرطانية إلى جانب أنها عند هضمها تصيب الجسم بالإرهاق وقد يؤدي تناولها إلى إصابة الكبد بالإنهاك والالتهابات الخطيرة كما أنها تتسبب أن الملونات E123-E131,E102 تتسبب في الإصابة بعدة أمراض مثل حساسية الجلد وحصول تعفنات تحت الجلدة الخارجية والإصابة بالفرفر الأحمر وهيجان الأمراض الجلدية والاضطرابات في المعدة والأمعاء في تشوه الأجنة وتؤثر على أداء وظائف الأعضاء أو أنها السبب في كثير من المشاكل التي تصيب الانسان ومن أهمها صعوبة امتصاص هذه الملونات، حدوث حالات الاسهال والاقياء وتسبب صبغات الأزرق 1 والأحمر 40 والأصفر 5 و6 بحساسية خطيرة لدي بعض الأشخاص كما لا تقدم الصبغات الملونة للطعام أي فائدة غذائية بل يقتصر استخدامها على تجميل الأطعمة لكنها تسبب مشاكل سلوكية لدي الأطفال وأمراض سرطانية لدى الكبار وتشكل بصورة عامة ستاراً لإخفاء عيوب الصناعة أو لإطالة مدة الصلاحية وذلك يضر بصحة الإنسان تدريجياً فان الانثوسيانانات أو الفينولات المتعددة من جلد العنب تقلل من خطر مرض الأوعية القلبية والخطورة أن تلك الأغذية يقبل على شرائها الكبار والصغار دون إدراك لآثارها ومخاطرها الجمة أما في حال تناوله كميات كبيرة من تلك الملونات تصبح حياة وصحة الانسان مهددة سلامته وصحته وتؤثر على نموه وتضره بشكل كبير وهنا نكرر النصيحة بأهمية إقناعهم بالخضراوات والفواكه والطعام الطازج غير المعلب والإقلال ما أمكن من الحلويات والمعلبات لخطورة ما تحتويه من ملونات فأن اهتمام المستهلكين بالتركيز على بعض أنواع من الأطعمة والأشربة التي قد يكون لها تأثير مباشر أو غير مباشر على صحة الأنسان تقضي على الفوائد الصحية من الصيام كونه يعتبر أكثر الطرق العلمية لطرد السموم وتنظيف الجسم من التلوث الذي دخل فيه من مواد سامة مثل العناصر السامة التي يتعرض لها الإنسان من تلوث الهواء بعوادم السيارات أو التدخين أو التلوث الناتج عن المبيدات الحشرية التي تدخل الجسم عن طريق الخضراوات والفواكه أو التلوث الناتج عن الملونات الغذائية وتضاف المواد الملونة إلى الأطعمة لأسباب عدة مثل اعطاء شكل جذاب للمادة الغذائية أو للمحافظة على لونها مثل مربى الفريز الذي يضاف له لون احمروتشير وأن معدل ما يستهلكه الانسان من المواد الكيماوية التي تضاف الى الأطعمة في عصرنا هذا يصل الى نحو خمسة كيلوغرامات سنوياً لذلك أصبحت أجسام

بعض الأطفال غير قادرة على مجابهة هذه الهجمة الكيميائية مما تسبب لعوارض التي تقترن بقوة بالحساسية فهي المشاكل الأنفية، الافراز الزائد للمواد المخاطية، التهابات الأذن، انتفاخ الوجه، السواد حول العينين، التهابات اللوز، المشاكل المعوية، رائحة الفم الكريهة، الأكزما، آلام الرأس وسلس البول.

تأثيرات على الصحة

هناك العديد من المنتجات المعلبة الحاوية على الملونات تتعرض للتلوث نتيجة للأخطاء في التصنيع وحدوث تفاعل محتويات تلك المعلبات مع السطح الداخلي للعبوات وينتج عن ذلك مواد ضارة ومن أضرارها الصحية أنها تصيب الإنسان بالتسمم الغذائي سواء التسمم الميكروبي أو الكيميائي خصوصاً المواد التي تتعرض لظروف سيئة عند النقل أو العرض أو التخزين إضافة إلى أن تفكك أو تفاعل المواد الملونة ينتج عنه مواد ثانوية سامة ويتصف التسمم الغذائي بحدوث أعراض حادة وشديدة تنجم عن تناول طعام أو شراب ملون وتكون عادة بشكل إقياء وإسهال حادين وتختلف شدة الأعراض وزمن حدوثها بعد تناول المادة الغذائية المسببة حسب نوع الجرثوم أو المادة السامة الموجودة في الغذاء ومعالجة الأعراض الناجمة عن التسمم الغذائي تكون عادة عرضية بإيقاف الإقياء عن طريق إعطاء مضادات الإقياء



وإعطاء السوائل والأملاح لتعويض التجفاف أو منع حدوثه ويكون ذلك إما عن طريق الفم إذا لم يكن هناك إقياء أو كان متوقفا أو عن طريق الوريد في حال وجود الإقياء فالمواد الغذائية التي تتعرض لظروف عمليات الإنتاج المتعددة بدءاً بالغسل ثم التقطيع فالتقشير يليها السلق والتعقيم وعمليات صناعية أخرى تمر بعدة تغيرات في

اللون والنكهة والقيمة الغذائية بصورة مستمرة وخير وقاية للإنسان من تلك المخاطر أخذ الحيطة والحذر من تناول المواد الغذائية الملونة صناعياً حرصاً على السلامة والصحة بشكل عام فمعظم المشكلات الصحية ناتجة عن تناول الأغذية المصنعة والمعلبة التي تضر بالإنسان وتعرضه للأخطار والاضرار ومن بين هذه الاضرار الاصابة بحساسيات سرطانية، الاصابة بالربو ، ضيق التنفس، ضعف الذاكرة والتركيز الذهني وان بعض هذه الالوان تتسبب في الاصابة ببعض الاورام والاضطرابات العصبية والميل الى العدوان كما ان هناك احتمالات الاصابة بالاكزيما ، الارق، القلق وضعف الجهاز المناعي مما يؤدي الى سهولة الاصابة بالامراض والالتهابات وأمراض خبيثة وقاتلة وحقيقة تأثيراتها على الصحة البشرية إن الحصول على غذاء صحي مهمة ليست سهلة وبشكل خاص مع النمط الغذائي الذي بات يحاصر الجميع من حيث استهلاك الوجبات السريعة، الحلويات، المعلبات والعصائر المستوردة والضحية الأكثر تعرضاً للخطر هم الأطفال من حيث عدم وعيهم من جهة وإهمال الأهل من جهة أخرى فالملونات التي تضاف إلى الأغذية وبشكل خاص أغذية الأطفال يمكن ان تحمل خطورة كبيرة وبشكل خاص إذا ما استهلكت هذه الأغذية بشكل مبالغ فيه حيث تستعمل بكثرة في إعطاء اللون للحلويات وسكاكر الأطفال وأهم المشكلات الصحية هذه الملونات هو الحساسية الجلدية، حساسية الجهاز التنفسي كالربو وهي مشكلات تنتشر بكثرة في المنطقة العربية والحذر هنا واجب حيث يستهلك الأطفال كميات كبيرة من السكاكر يومياً من غير أي ضابط وهذه المواد تشكل خطورة على صحة الطفل من حيث كميات السكريات التي بها عدا عن الملونات التي أشرنا إلى مخاطرها وذلك من خلال استخدام الكثير من المواد الملونة في إنتاج الغذاء والشراب تلك المواد التي أثرت في الصحة العامة وأدت إلى الكثير من المضاعفات الطبية وجعلت الحياة أكثر خطورة وبشكل خاص في حال جهل المستهلك هذه المخاطر مثلا الملون كراميل حيث تبين أنه يؤدي لنقص الكريات اللمفاوية والبعض يؤدي إلى ظواهر الإرجانية التحسسية وهنا تجدر الإشارة إلى ضرورة الاعتدال في تناول جميع أشكال الطعام وبشكل خاص المعلب منه وهنا نكرر النصيحة بأهمية إقناعهم بالخضراوات والفواكه والطعام الطازج غير المعلب والإقلال ما أمكن من الحلويات والمعلبات لخطورة ما تحتويه من ملونات ويمكن بيان تأثير المواد الملونة على صحة المستهلك وهي:

allura red E129: الذي تعطي اللون الأحمر الداكن في بعض المشروبات الحمراء التي يقبل عليها الناس وهذا اللون يعطي المشروب المظهر الجذاب الذي لها تأثيراً على تركيز الأطفال وكذلك التأثير على زيادة نشاطتهم في المنزل والمدرسة ولها تأثيراً على المستوى التعليمي لدى الأطفال وأنه يصعب في الوقت الراهن التأكد من وجود هذه المواد في هذه المشروبات كونها لا تكتب على العبوة في خانة مكونات المنتج سواء كتابة كاملة أو من خلال الرمز وهي الموجودة في مشروب التوت الأحمر المصنع والذي يستهلك بكميات كبيرة وهذه المركبات والتي تلعب دوراً كبيراً في التأثير على صحة المستهلك خاصة الأطفال فإنه قد تم منع استخدامه في كل من الدانمارك، بليجكا، فرنسا، سويسرا أما في أمريكا فإن المركز العالمي الخاص بشئون المستهلك أرسل طلبا هيئة الغذاء والدواء الأمريكية لمنع استخدام المادة الكيميائية التي تعطي اللون الأحمر للمشروبات وبعض الأطعمة لانها لا تساهم في أي قيمة غذائية ولكنها تساهم في إبراز وتحفيز مشاكل السلوك عند الأطفال وربما السرطان لأي شخص واستخدمها بجرعات من 0,37 – 5,19 لم تظهر أي تأثيرات على الحياة ويحصل انخفاض في استهلاك الغذاء لكلا الجنسين بين الجرعات المعتدلة والمرتفعة وزيادة وزن الغدة الدرقية ولم تظهر أي أعراض سرطانية أو تأثيرات سمية أخرى وينتج عند تشققها 1 – امينو-2- هيدروكسي-7- نافثالين حامض السلفونيك و 1- امينو-2- ميثوكسي-5- مثيل -4- بنزين حامض السلفونيك.

Amaranth: استعماها لغاية 1000 ملغم\كغم لمدة 6 – 10 أيام في الإنسان لا تسبب أي تأثيرات على الأنسجة الهيكلية والناعمة وتسبب angioedema أو urticaria في الإنسان.

Sunsey Yellow FCF: تستعمل في المواد الغذائية في الولايات المتحدة الأمريكية بجرعة تصل الى 2,5 -5 ملغم\كغم وامتصاصها محدود 3,6% وانخفاض تركيز النتروجين في الكبد والايض مرتبط بصورة رئيسية مع فلورا الأمعاء– المعدة وتحليل الإدرار يظهر عدم تغير الصبغة.

Tartrazine: في الإنسان فإن حامض السلفينيليك يفرز بعد الجرعة الفموية ويختزل في المعدة الذي ينتج حامض السلفانيليك و 4- امينو -5- كيتو -1-

بارا – سلفوفينايل)-2- بيرازولين -3- حامض كربوكسيليك\امينو بيرازولين الذي يكون مسبب للحساسية ويستحدث زيادة النشاط و urticaria في الأطفال.

Brilliant blue: المادة الملونة ثلاثي فينايل ميثان هي صبغة زرقاء براقة سهلة الاختزال الى شكل عديم اللون في الغذاء إلا انه لا يطرأ عليها تشقق اختزالي ويكون امتصاصها في الأمعاء اقل من 10% وإفرازها سريع عند تناولها عن طريق الفم، 5% من المنتج يتم ايضه الى نواتج ايضية مكبرته مجهولة.

Indigotine: عندما تستعمل في الإنسان بجرعة 80 ملغم تزيد من الضغط بسبب تحفيز الجهاز العصبي السمبثاوي ولم تلاحظ أي تأثيرات متسرطنة في بكتريا القولون أو في اختبار Ames للسالمونيلا.

Erythrosine: عندما تستعمل بجرعة لغاية 10 ملغم\يوم لمدة 15-20 يوما في الإنسان تسبب ارتفاع في مستوى الثايروكسين لغاية 20 يوما ثم ينخفض في 10 الأيام الذي تلتها.

الاناتو: تستعمل لغاية 20% ذائبة في الماء لمدة 16 أسبوعا يليه 10% لمدة 36 أسبوعا في الغذاء.

بيتا كاروتين: تستعمل بجرعة 60 ملغم\يوم لمدة 3 شهور في الإنسان لا يسبب تأثيرات عكسية.

الرايبوفلافين: تستعمل لغاية 100 ملغم\مل مع أو بدون تنشيط في بكتريا السالمونيلا لا يسبب تأثيرات سرطانية.

صبغة Manascus: تستعمل لغاية 5000 ميكروغرام لكل صفيحة في بكتريا السالمونيلا لها تأثير على citrinin.

مواد ملونة طبيعية: تستعمل لغاية 1000 ميكرومول في زراعة الأنسجة لإنتاج الكلوبيولينات المناعية وأكثر تركيز صبغات Monascus من1 ميكرومولار يستحدث إنتاج IgE الا انه يثبط في تركيز منخفض.

سمية المواد الملونة الموثقة: استعمال المواد الملونة الموثقة تدعم بواسطة دراسات السمية المختلفة.

تأثيرات الحالة النفسية

الأطعمة الحاوية بعض الملونات تلعب دوراً أساسياً في علاج الأمراض النفسية والعصبية كمزاج الإنسان ومن أشهر الأمراض النفسية المرتبطة بالغذاء هي فقدان الشهية العصبي، الأرق، الاكتئاب فالإنسان المكتئب مثلاً يفقد شهيته للطعام ويفقد وزنه أما الإنسان الذي يعاني من الهوس كالمرح والنشاط الزائد عن الحد فإنه يأكل كميات كبيرة من الطعام ربما تهدد حياته بالخطر فإن المريض يمتنع عن الأكل إرادياً أما مريض البوليميا وهو المرض الذي فيه يأكل المريض كميات كبيرة من الطعام ثم يعمل جاهداً على أن يتقيأها ومن أشهر الأمراض التي تصيب الإنسان وها مردود وسبب عصبي أو نفسي هو مرض القولون العصبي وهو يتأثر بحالة الشخص النفسية كالضغوطات والصراعات النفسية وهو يسبب آلاماً عضوية شديدة للمريض وانتفاخ مما يعكر صفو حياته والملونات في المشروبات التي يحبها الأطفال تزيد من حركتهم وعصبيتهم.

تأثيرات على الجهاز المناعي

أن الجرعات الكبيرة من ملونات الطعام والكراميل تضعف جهاز المناعة وتقلل نشاطه الأمر الذي يساعد في الاستغناء عن المثبطات المناعية التي يحتاجها المرضى الخاضعون لعمليات زراعة الأعضاء وأعاق حركة خلايا الدم البيضاء من العقد الليمفاوية إلى مجري الدم الذي تنتقل إليه عادة لمهاجمة الأجسام الغريبة والإنتانات التي تصيب الجسم كما أن هذه المادة الملونة منعت انتقال الكريات البيضاء المناعية من الغدة الزعترية التي تتطور فيها أصلا إلى الأعضاء الليمفاوية الطرفية مثل العقد

الليمفاوية واللوزتين كما تبين أن الجزيء المسؤول عن الإشارات ويعرف باسم سفنجوسين1 فوسفات يتحكم أيضا في هذا الانتقال.

تأثيرات على الكبد

الخطورة الأكبر فتكمن في أن تلك المواد الملونة المصنعة كيميائيا تختزن في كبد الإنسان وتكون السبب المباشر في الإصابة بالالتهابات الكبدية وتدهور وظائفه كما أنها تؤدي إلى ضعف شديد بالجهاز المناعي نتيجة الإصابات المتكررة في الكبد والجهاز الهضمي والإصابة بالهزال والضعف العام وفقر الدمبينما تم حظر استعمال بعض أنواع الأصباغ في صناعة المواد الغذائية بسبب تأثيراتها الصحية وهذا تم حظر الصبغ الأخضر 1 لانه يرتبط بسرطان الكبد كما يعتقد بأن الأصباغ الحمراء تسبب فرط النشاط عند الأطفال.

تأثيرات على الامعاء

الامعاء عبارة عن غشاء حساس وبالتالي تتأثر بهذه الملونات التي تعمل على تدمير الخلايا وتعجل بعملية الشيخوخة ولذا نحاول الابتعاد عن الأطعمة التي تحتوي على ألوان صناعية والآثار المترتبة على تناولها لا تكون لحظية بل تراكمية ومن الممكن أن تؤدي فجأة الى تعب شديد، سوء هضم، حساسية تجاه أكلات كثيرة، الصداع النصفي، زيادة تكرار نزلات البرد، ضعف جهاز المناعة، آلام المفاصل خصوصا أن الملونات من المواد التي لا تهضم وأن كثيرا من الدول قد منعت هذه المشروبات لخطورتها على الأطفال بوجه التحديد واحتمالية إصابتهم بالسرطان وأمراض أخرى جراء تناولهم للأصباغ الحمراء وان المستهلك هو ضحية تنافس شركات الأغذية في لفت انتباهه للمنتج وذلك من خلال استخدام الكثير من المواد الملونة في إنتاج الغذاء والشراب تلك المواد التي أثرت في الصحة العامة وأدت إلى الكثير من المضاعفات الطبية وجعلت الحياة أكثر خطورة وبشكل خاص في حال جهل المستهلك هذه المخاطر، ان معظم الأغذية والمنتجات الغذائية التي تباع اليوم يتم انتهاك كل القوانين ودساتير الأغذية الخاصة بها وبشكل خاص فيما يتعلق بالألوان الغذائية المضافة بقصد إضفاء الجاذبية والنكهة والطعم الزائف لها.

توصيات

- ✓ منع من تناول الأطعمة المضاف إليها أصباغ صناعية.
- ✓ وضع ملصقات تحذيرية على العبوات الغذائية بشأن معدلات الألوان الموجودة بها.
- ✓ منع استخدام هذه المكونات الملونة في صناعة الاغذية والحلويات.
- ✓ استصدار القوانين ضد شركات غذائية تستخدم هذه المواد.
- ✓ منع استخدام الملونات المحظور استعمالها في الغذاء نظراً لمنعكسها السلبي على الصحة العامة لاسيما الأطفال باعتبارهم الشريحة الأكثر استهلاكاً لهذه المواد.
- ✓ قديم النصح لمستخدمي الملونات للحد من استعمالها علماً أن هناك بعض الاغذية يمنع استخدام الملونات فيها.
- ✓ ينصح الآباء بعدم التعامل مع المواد والسلع مجهولة المصدر.
- ✓ عدم الانسياق وراء الإعلانات المغرية والاحتفاظ بفاتورة الشراء ودفتر الضمان والكفالة لإمكانية الرجوع إلى البائع في حال وجود أي خلل للبضاعة المباعة لضمان حق المستهلك باسترداد البضاعة أو التعويض النقدي بتعديل السلع.
- ✓ لابد من تفحص السلعة داخل المحل قبل مغادرته المحل والتدقيق في تاريخ الصلاحية والانتهاء وعدم التعامل مع الموزعين وأصحاب البسطات الجوالة.
- ✓ ضرورة أن يكون للأطفال من خلال الأسرة وعي استهلاكي وثقافة عالية تجاه البضاعة والابتعاد عن البضاعة البخسة.

الفصل الثامن

التخليق الحيوي

التخليق الحيوي

يستمر التحويل الضوئي من خلال تكوين العديد من المركبات الوسطية وتنظم دورة حياة النبات بواسطة الفايتوكروم وان النمو الخضري ينظم بواسطة الفايتوكروم الذي يكون محتواه من 50 -100 مرة اقل من في مرحلة التبييض أو التقصير etiolate وان دراسة تأثير الفايتوكروم في النباتات الناضجة صعبة جدا ونوعية الضوء وان عملية التركيب الضوئي الفعالة تعتمد على قابلية النبات الى الضوء وان الفايكوبيلينات هي صبغات ضرورية لتطوير تلك الوظيفة وان الطاقة المشتقة من تلك العملية تنتقل الى جزيئات الكلوروفيل في غشاء التركيب الضوئي ويتوقع بأن الصبغة في الطحالب تنظم ضوئيا وان البيلينات مسؤولة عن تصبيغ العديد من غير الفقريات مثل الديدان والحشرات ويستعمل الفايكوبيلين كمعلمات لان بعض النباتات تتميز بواسطة محتوى الصبغات مثل أجناس Cyanidium Nostoc, Anabaena spp, الذي تحتوي فقط فايكوسيانين بينما جنس Phormidium spp تملك فايكوايريثرين وفي الطبيعة فأن مجاميع البورفرين مرتبطة مع المعادن مثل الحديد، الفاناديوم، النحاس والمغنيسيوم لتكوين بورفيرينات- معدن، أواصر تناسقية تربط تلك المكونات فأن بورفرين- الحديد مهم جدا وان وظائف تلك المركبات تعتمد على التغير في حالة التكافؤ للحديد من الحديديك الى الحديدوز والعكس الذي تسمح لثبات النظام لنقل الالكترونات وتتضمن سلسلة من التفاعلات الذي تدمج إنزيمات dehydrogenases والأوكسجين الجوي وان دور الأوكسجين كمكون أساسي في الحياة وان البروتينات تتضمن مجاميع البورفرين مثل السايتوكروم، الكاتاليز والبيروكسيديز وهي إنزيمات مهمة جدا في هذه العملية وان البورفرين- كوبالت وفيتامين B_{12} تتضمن في إعادة الترتيب الجزيئي للهوموسستائيين الى المثيونين ومن مثيل مالونيل نشط methyl malonyl CoA الى سكسنيل نشط succinyl CoA وفي الحيوانات فأن نقص الفيتامين ينتج فقر دم كريات الدم الحمراء الكبيرة megaloblastic anemia وفي البورفيرينات المعدنية فأن الكلوروفيل (بورفرين – المغنيسيوم) هو الأكثر أهمية وان الوظيفة المهمة للكلوروفيل هي في عملية التركيب الضوئي.

التخليق الحيوي للكلوروفيلات

يتكون الكلوروفيل بعد نفس المسلك الأساسي المستعمل لكل الأعضاء الحية لإنتاج البورفرين ومسلك التخليق الحيوي لا يزال غير معروف ولأفضل فهم للتغيرات الكيموحيوية لتكوين الكلوروفيل ويتم في مراحل مختلفة هي:

1. تكوين سكما امينو ليفيولينيك: تخليق الحامض ينتج بواسطة على الأقل مسلكين بديلة في النباتات الراقية والطحالب وهو يتكون بصورة رئيسية بواسطة نقل مجموعة الأمين من الحامض الاميني مثل L-alanine الى -γ,δ dioxyovaleric acid بواسطة إنزيم سكما امينو ليفيولينيك transaminase ثم تكثيف جريئتين من سكما امينو ليفيولينيك لتعطي تفاعل porphobilinogen الذي ينجز بواسطة انزيم porphobilinogen synthetase.
2. تكوين بايرول آحادي **porphobilinogen**: تكوين أول بايرول رباعي uroporphyrinogen III بواسطة تكثيف الرأس الى الذيل لأربع جزيئات من porphobilinogen وهذا التفاعل يكون معقد ويتضمن تكوين linear bilane بواسطة تجميع أربع وحدات من البيرول الأحادي الذي تغلق بسرعة الى uroporphyrinogen III.
3. تكوين **uroporphyrinogen** أو **macrocycle tetrapyrrole**: يتم نزع متسلسل لمجموعة كربو كسيل من أربع جزيئات منا لسلسلة الجانبية لحامض أخليك في uroporphyrinogen III الى مجاميع مثيل ونزع مجموعة كربوكسيل من السلسلة الجانبية لاثنين من حامض البروبيونيك في coproporphyrinogen III كمركب وسطي.
4. تكوين **protoporphyrinogen**: يتم بواسطة تفاعل السلسلة الجانبية.
5. تكوين **protoporphyrin IX**: يتم بواسطة نزع الهيدروجين من macrocycle التشابك مع ايون المغنيسيوم ليعطي بروتوبورفرين المغنيسيوم IX، بعد التشابك فأن إضافة مثيل للسلسلة الجانبية لحامض البروبيونيك في ذرة الكربون -13 الذي تعطي مغتيسيوم بروتوبورفرين IX استر مثيل أحادي

وعند إضافة المثيل الى حامض البروبيونيك يحصل تكوين الحلقة V بواسطة الغلق وتفاعلات أكسدة بيتا لتعطي مغنيسيوم – 2، 4 – ثنائي فينايل فيوبورفيرين a5 الذي يختزل في مجموعة فينايل في ذرة الكربون 8 لتكوين protochlorophyllidea واختـــــزال protochlorophyllide الى chlorophyllide واسترانه، تكوين الكلوروفيل a والتخليق الحيوي للكلوروفيل b حيث يحصل اختزال ضوئي للآصرة المزدوجة في ذرة الكربون -17 في الحلقة IV وهذه الخطوة تعرف مرحلة الاخضرار greening لأن chlorophyllide يحتوي chromophore مسؤول عن اللون الأخضر في الكلوروفيل a والخطو النهائية في التخليق الحيوي للكلوروفيل a تتضمن أسترة حامض البروبيونيك في ذرة الكربون -17 في الحلقة IV من chlorophyllide a مع فايتول كحولي ثنائي التربين في ذرة الكربون 20 لتعطي كلوروفيل a حيث تتم أسترة chlorophyllide مباشرة مع الفايتول.

هدم الكلوروفيل: يتحلل الكلوروفيل طبيعيا خلال المساهمة في عمليات التخليق الضوئي إلا أن عملية الانقلاب تسبب التحلل وخلال إنضاج الفاكهة وشيخوخة الورقة يحدث هدم الكلوروفيل وان حوالي 1,2 بليون طن من الكلوروفيل يمكن تقديرها بسبب التحلل سنويا وان فهم التفاعلات الكيموحيوية للظاهرة الطبيعية غير معروفة منذ فترة طويلة من الزمن إلا انه في السنوات الأخيرة فان آلية هدم الكلوروفيل خلال شيخوخة الورقة وإنضاج الفاكهة تحدث تدريجيا وخلال إنضاج الفاكهة فأن الكلوروفيلات غالبا ما تختفي بعد توليد الكلوروبلاست الى gerontoplast وفي الأنسجة الخضراء في معظم النباتات أي الأوراق هناك العديد من الكلوروبلاستات يمكن تميزها إلا أن بعضها يتحول الى الكاروتينويد الأصفر وفي الفواكه الناضجة فان الكلوروبلاست يتحول الى كروموبلاست وهذه العملية يصاحبها بواسطة التخليق الحيوي للكاروتينويدات وان محتوى الكلوروفيل الكلي ونسبة الكلوروفيل a \ الكلوروفيل b في الفاكهة يختلف اعتمادا على جنس النبات، الأجناس والأصناف بالإضافة الى الظروف البيئية منها العمليات الزراعية ومرحلة التطور، التغيرات في نسبة الكلوروفيل a \ الكلوروفيل b يمكن تتبعها في العديد من الفواكه منها التفاح، الخوخ، البرتقال، الزيتون والفلفل خلال إنضاج الفاكهة وفي معظم الفواكه

تنخفض النسبة إلا أن في بعضها تزداد النسبة فأنه في تلك الحالات فان الكلوروفيل b أكثر سرعة تحطيم من الكلوروفيل a وفي حالات أخرى مثل البرتقال فان نسبة الكلوروفيل a\ الكلوروفيل b تبقى ثابتة لفترة طويلة مع أن الكلوروفيل الكلي ينخفض مما يشير ذلك الى اختفاء متساوي لكل الكلوروفيلات، الفروقات في سرع التحطيم للكلوروفيل a,b له علاقة الى آلية الإنزيمات المسببة هدم الكلوروفيل ويمكن تصنيف مسلك هدم الكلوروفيل الى نوعين من التفاعلات هي:

1. تفاعلات النوع-I-: يتضمن فقد الفايتول، المغنيسيوم وتحويرات السلاسل الجانبية من حلقة isocyclic، في مسلك هدم الكلوروفيل من نوع I مكونة من ثلاث خطوات رئيسية تتضمن ثلاث إنزيمات مختلفة هي chlorophyllase, Mg-dechelatase, pheophorbide a oxygenase، هدم الكلوروفيل الذي فيه يعمل الإنزيم chlorophyllase في الخطوة الأولى الذي تحفز تحليل الكلوروفيلات الى chlorophyllide وفايتول وان chlorophyllase أو chlorophyll-chlorophyllide hydrolase وهي إنزيم مرتبط بالغشاء الداخلي الذي يقع في الأنظمة الغشائية للتركيب الضوئية في النباتات الراقية والطحالب وان chlorophyllase يسلك تخصص عالي تجاه المادة الأساس والموجودة بشكل تخصص فراغي وان كاربوكسي مثيل في ذرة الكربون-13 مجموعة شيرالية تلعب دوراً مهماً في التداخل بين المادة الأساس والإنزيم، الجينات لمناظرات الإنزيم chlorophyllase مستنسخ حديثا الذي يساعد في دراسة الدور الفسيولوجي وعلاقته الى إنزيمات هدم الكلوروفيل وان إنزيم Mg-dechelatase مسؤول عن إزالة ايونات المغنيسيوم لإنتاج مشتقات المغنيسيوم الحر وان pheophytins و pheophorbides من الكلوروفيلات و chlorophyllide على التوالي وكلا من إنزيمات Mg-dechelatase و chlorophyllase الذي تبني إنزيمات غشاء الكلوروبلاست الذي يوجد في الحالة latent والذي لا تعمل على المواد الأساس في الظروف الاعتيادية وان إنزيم chlorophyllase يقع في الغشاء الداخلي لغلاف الكلوروبلاست حيث لا توجد كلوروفيلات تعمل عليها وعمل الإنزيمات الموجودة فقط عندما التركيب البنائي غير مرتب خلال الإنضاج والشيخوخة أو التعمير وان إنزيم

pheophorbide a oxygenmase الذي يكون فعال بواسطة عمليات الشيخوخة والإنضاج الذي تؤكسدد pheophorbide a الى منتجات ومضيه أولية غير ملونه ونشاطه يكون محفز بواسطة الأوكسجين الجزيئي والفيردوكيتن مختزل، وان إنزيم pheophorbide a oxygenmase يحفز فتح أوكسجين لجزيئة porphyrin macrocycle ومثل قطعة النواة من مسلك هدم الكلوروفيل المسئول عن فقد اللون الأخضر وإنتاج مركبات عديمة اللون، المنتجات ومضيه أولية غير ملونه والنواتج الهدمية للكلوروفيل غير ألومضي يمكن عزلها والتعرف عليها في العديد من الأجناس النباتية مثل Capsicum annuum و Hordeum vulgare و Brassica napus، كل تلك النواتج الهدمية تملك تركيب بنائي رباعي البيرول المفتوح الشائع الذي يفسر المميزات المختلفة مع الكلوروفيلات كنتيجة لعمل إنزيم chromophore pheophorbide a oxygenmase على حلقات ربط جسور المثيلين A,B وإنتاج منتجات ومضيه أولية غير ملونة من pheophorbide a اللازم عملية ربط الإنزيم pheophorbide a oxygenmase لإنتاج نواتج هدميه حمراء وإنزيم الريديكتيز للنواتج الهدمية الحمراء الذي تختزل للنواتج الهدمية الحمراء الى منتجات ومضيه أولية غير ملونة الذي تتحول الى منتجات هدميةغير ومضيو أخرى تذهب الى السايتول وتخزن في الحويصلات المركزية من الخلايا الشائخة مما تسمح إزالة السموم لتلك المحسسات الضوئية لمنع تلف الخلايا وفي حالة الكلوروفيل b فأنه يدخل مسلك هدمي بعد تحويله الى pheophorbide b بواسطة إنزيم chlorophyllase وان chlorophyllide b يتحول الى chlorophyllide a بواسطة عمل إنزيم chlorophyll b reductase، الى مسلك هدم الكلوروفيل العام هناك عدد من الأنظمة الإنزيمية الاخري في هي البيروكسيديز، lipoxygenase, chlorophyll oxidase و polyphenol oxidase.

2. تفاعلات النوع- II: تتضمن التشقق التاكسدي أي bleaching للمركب tetrapyrrole macrocycle في عملية سريعة الذي تتضمن الأوكسجين الجزيئي والضوء.

التخليق الحيوي للكاروتينويدات

الكاروتينويدات هي مركبات ايزوبرينويد الذي تخلق حيويا بواسطة فرع من مسلك ايزوبرينويد ويحدث التخليق الحيوي في الكلوروبلاست في الأنسجة الخضراء أو الكروموبلاست في الأنسجة الصفراء الى الحمراء المشفرة بواسطة جينات النووية وفي الكاروتينويدات فأن سلسلة الايزوبرينويد يتم بنائها من حامض الميفالونيك بواسطة prenyl transferase الى المستوى 20 ذرة كربون كما في gertanyl geranyl diphosphate وجزيئتين منها مرتبطة ذيل الى ذيل لتعطي 15-cisphytone كمنتج أولي مع هيكل كاروتينويد ذو 40 ذرة كربون الذي تحفز بواسطة إنزيمphytone synthase وان الفايتون يكون عديم اللون إلا انه يطرأ عليه سلسلة من تفاعلات إزالة الإشباع وكل منها يخلق آصرة مزدوجة جديدة وتتحول الى كروموفور بواسطة اثنين من الأواصر المزدوجة وان الناتج النهائي هو الليوكوبين المنتج عن طريق مركب وسطي هو ,phytoflene آيتا كاروتين و neurosporene بواسطة عمل مرتبط منdesaturase phytoene و desaturase ζ وأقصى امتصاص ضوئي يتحول الى أطول طول موجي بشكل كروموفور وهو يكون اللايكوبين مع 11 آصرة مزدوجة مرتبطة ويمتص في طول موجي 470 – 500 نانوميتر وهو مركب ملون ذو لون احمر –برتقالي وان phytoene في النباتات الراقية وجزيئة اللايكوبين تطرأ عليه تكوين تركيب حلقي ونقطة التفرع الذي تعطي أنواع من الزانثوفيل لتكوين حلقة سداسية في نهاية واحدة أو كلا النهايتين من الجزيئة مثل حلقة بيتا أو حلقة آيتا وهذا التفاعل يحفز بواسطة lycopene cyclases وان lycopene β-cyclase تحفز تفاعل من خطوتين الذي يكون حلقة β-ionone واحدة في كل نهاية من جزيئة اللايكوبين ليعطي β,β-carotene وان اللايكوبين ε-cyclase يخلق حلقة واحدة فقط لإنتاج سكما لاكتون من اللايكوبين أو β,ε-carotene من كاما لاكتون مع فقط حلقة بيتا واحدة، وان وظائف الأوكسجين والتحويرات التركيبية الاخري في نهاية المجموعة تتضمن الاسترة ومن ثم تليها كمرحلة نهائية في التخليق الحيوي وان زيا زانثين والليوتين تتكون بواسطة مجموعتي هيدرو كسيل في ذرة الكربون الثالثة والثالثة من بيتا وبيتا كاروتين وبيتا، آيتا كاروتين على التوالي بفعل إنزيم hydroxylase تليه إضافة هيدرو كسيل حيث تتم

إضافة مجموعه ابوكسيد في المواقع 5 و6 من حلقة 3- هيدروكسي- بيتا فأن الزيازانثين يتحول الى violaxanthin عن طريق antheraxanthin بواسطة تكوين مجموعتين أو مجموعة واحدة من 5، 6- ابوكسيد وتكوين أنواع من المجاميع النهائية الاخرى بواسطة إعادة ترتيب 3- هيدروكسي-5، 6- ابوكسي في حلقة بيتا وفي حالة هيدروكسي كاروتينويدات الذي تكون شائعة في الفواكه مثل الفلفل الأحمر، قشور البطيخ وهي تحدث طبيعيا بشكل استر مع الأحماض الذهنية المختلفة وان أسترات الكاروتينويدات - الأحماض الدهنية تتكون تقليديا بواسطة أسترة مجاميع الهيدروكسيل مع خلات نشطة وبسبب عدد من الارتباطات من التفاعلات تكون ممكنة في نهايتين من الجزيئة والمسالك التقليدية يتم بنائها ويحدث تسلسل التفاعلات في نهاية واحدة من الجزيئة أو الأخرى وتكوين الزيا زانثين من الليوكوبين يتضمن اثنان من التفاعلات هي تكوين مركب حلقي من بيتا وإضافة هيدرو كسيل، يحدث مسلك التخليق الحيوي للكاروتينويدات في بلاستيدات النباتات ومادة البناء لكل الايزوبرينويدات هي مركب خماسي الكربون هو ايزوبنتينيل بيرو فوسفيت IPP والذي يكون متناظر بسبب إنزيم IPP isomerase لإنتاج ثنائي مثيل أليل بيرو فوسفيت والمادة المنشطة لتكوين مركبات طويلة السلسلة ومولد الكاروتينويدات في النباتات هو geranylgeranyl diphodsphate الذي تكون مولد للنواتج الايضية الأخرى مثل فيتامين E,K1 وإنزيم phytoene synthasee يحفز تكثيف جزيئتين من geranylgeranyl diphodsphate لإنتاج phytoene عديم اللون يحتوي 40 ذرة كربون وتخصص مركب البدء للمسلك الايضي للكاروتينويدات وهذا الكاروتينويد تطرأ عليه أربع خطوات لإزالة الإشباع تحفز بواسطة اثنين من الإنزيمات ذات العلاقة هي phytoene desaturase و ζ-carotene desaturase لتكوين ليوكوبين ذو لون احمر الذي يتحول الى بيتا كاروتين ذات لون اصفر بفعل إنزيم lycopene–beta-cyclase وان بيتا كاروتين هو المولد الغذائي الرئيسي لفيتامين A ويمثل المكون الأساسي في غذائنا وان الخطوة الأخيرة في التخليق الحيوي للكاروتينويدات في النباتات تتضمن تكوين الزانثوفيلات بينما تكون مشتقاتها مؤكسدة ومن بين تلك المركبات هي capsanthin الناتجة عن نشاط إنزيمي ثنائي الوظيفة و capsanthin-capsorubin synthase الذي يحفز تحويل antheraxanthin و violaxanthin الى capssanmthin و capsorubin

مكونات الطماطة والفلفل مصادر جيدة للكاروتينويدات منها الليوكوبين في الطماطة و capsanthin في الفلفل والمكونات الرئيسية المتجمعة في البلاستيدات للفاكهة الناضجة وفي الطماطة فأن محتوى الكاروتينويدات الكلية يزداد من 10-15 ضعفا خلال إنضاج الفاكهة وتشفير الجينات PSY,PDS,LCYB المعروفة كهدف للهندسة الوراثية ولتحوير محتوى اللايكوبين في الطماطة يضاف نسخة من جين PSY الطماطة في النباتات المحولة وراثيا والنتائج غير المتوقعة هي خفض في مستوى إنزيم phytoene synthase الطبيعي كنتيجة التحويل، وان تحويل النباتات مع نسخة إضافية من ألجين الطبيعي يسبب سكون ألجين نفسه وهذه الظاهرة تعرف الإيقاف المشترك وان الناتج النهائي هو خفض في محتوى الكاروتينويدات في الطماطة وخفض النواتج الايضية الوسطية للمسلك مع تأثيرات متلفة على النبات المنقولة وراثيا أو تحويل الطماطة مع جين إنزيم phytoene desaturase البكتيري من Erwinia uredovora، وان النتيجة غير متوقعة لأن الفواكه للنباتات المنقولة وراثيا يزداد فيها بيتا كاروتين 3 إضعاف اللايكوبين الذي يكون منتج من نشاط إنزيم phytoene desaturase ومع أن زيادة إنتاج اللايكوبين في النباتات المنقولة وراثيا غير منتظمة إنزيم اللايكوبين cyclase الطبيعي لإنتاج بيتا كاروتين فأن القيمة الغذائية للفواكه يمكن تحسينها لان مركب بيتا كاروتين هو مولد لفيتامين A وهناك تغيرات في نسب اللايكوبين\بيتا كاروتين وان لون الفاكهة يتغير في الطماطة المنقولة وراثياً مع ارتفاع مستويات بيتا كاروتين البرتقالي ومع زيادة معتدلة في بيتا كاروتين الذي يملك لون احمر برتقالي مقارنة الى الطماطة الحمراء غير ألمحوله ويمكن تغير نشاط إنزيم اللايكوبين – beta cyclase الطبيعي في نباتات الطماطة المنقولة وراثيا وان زيادة القطع الذي يحصل عليه عندما نباتات الطماطة تتحول مع جين اللايكوبين -β cyclase من Arabidopsis ويمكن الحصول على السكون عندما DNA تتضمن الموقع 3 من حلقة بيتا الطرفية في جين إنزيم الطماطة β-cyclase في الاتجاه المضاد للحس، الفلفل محصول مهم يملك لون يقدر بواسطة الكاروتينويدات وتوافره في النباتات المنقولة وراثيا مع تركيب كيماوي للكاروتينويدات المحورة لا تتوفر عليه أي معلومات وان السبب الرئيسي هو معرضة الفلفل للنقل والتحوير والتوليد بواسطة الطريقة الذي تستعمل Agrobacterium، التحوير الوراثي يمكن تتبعه في نباتات التبغ الذي يهندس وراثيا لإنتاج astaxanthin وهو كاروتينويد احمر وفي الطبيعة

فأن هذا المركب يخلق بواسطة البكتريا البحرية والميكروفاج ويير الى الأسماك من خلال السلسلة الغذائية والذي تجهز لون وردي الى سالموني وهو كيتو كاروتينويد يخلق من بيتا كاروتين بطريقتين تحفز بواسطة إنزيم بيتا كاروتين كيتوليز والجين المقابل CrtO يمكن عزله من الطحالب الخضراء غير الخلوية Haemotococcus pluvialis والتعبير الجيني لإنزيم بيتا كاروتين كيتوليز من H. pluvialis في الأنسجة من نباتات التبغ المنقولة وراثيا والذي تخلق اعتياديا بيتا كاروتين والزانثوفيلات تسبب تجمع كيتوكاروتينويدات الذي تغير اللون من الأصفر الى الأحمر ويوجد التخليق الحيوي للكاروتينويدات في عدد من كتب الكيمياء العضوية والحيوية ويحدث تخليق الكاروتينات في النباتات وان التخليق الحيوي للكاروتينويدات الممكن ملاحظته فقط في الأحياء المجهرية والنباتات وهي:

1. النباتات الراقية: الكاروتينويدات هي تربينويدات وهي تنتج بواسطة مسلك ايزوبرينويد وان عدد كبير من التراكيب البنائية يمكن تخليقها عن طريق هذا المسلك وانه هناك أكثر من 29000 مسلك في المملكة النباتية يمكن التعرف عليها مع ادوار ايضية مختلفة وان السموم الدفاعية مثل sesquiterpene و diterpene phytpalexins، الإشارات الدفاعية الطيارةmonoterpenes، sesquiterpenes، photoprotectans مثل isoprene، الكاروتينويدات، المواد الحيوية الصيدلانية مثل taxol ثنائي تربين، التربينات الأحادية القلويدية vincristine,camptothecin والكوينونات الذي تتضمن عمليات أكسدة واختزال، Isopentyl pyropgosphate, IPP مولد شائع هذا المسلك والذي يدخل في المطاط وعنصر تركيبي في السايتوكينينات وهناك آليات تنظيمية لضمان وظيفة الأحياء بينما الاستجابة الخاصة يمكن توليدها بواسطة تطور وتحفيز البيئة بين تلك العوامل وكل الايزوبرينويدات تنتج بواسطة استعمال الميفالونيت كمولد الى IPP الذي ينتجgeranyl pyrophosphate الذي يدخل في تركيب الستيرولات والتربينات الأحادية والذي يتحول الى farnesyl pyrophosphate الذي يدخل في تكوين sesquiterpenes الذي يتحول الىgeranylgeranyl pyrophosphate الذي يدخل في تركيب التربينات الثنائية والعناصر التركيبية للجبريلينات الذي يتحول الى Nonaprenyl

pyrophosphate الذي يكون من العاصر التركيبية الى plastoquinones الذي يتحول الىDecaprenyl pyrophosphate وهو من العناصر التركيبية الى ubiquinones إلا أن المسلك الآخر الذي يتضمن 1-deoxy-D- xylulose-5-phosphate وهو مسلك مهم وان مراحل التخليق الحيوي للكاروتينويدات لا يمكن تحويرها ، توجد نفس الكاروتينويدات في الكلوروبلاستيتات في جهاز التركيب الضوئي مثل ألفا كاروتين، بيتا كاروتين، الليوتين، الزيازانثين، نيوزانثين، فايولازانثين واكستراستيديال في قطيرات الزيت في بعض أوراق gymnosperm و rhodoxanthin في Cupressaceae وان semi-β-carotenone في عائلة Taxaceae وفي أنسجة التكاثر، فأن liliaxanthin في الزنبق أو السوسن الأبيض، كورسيتين في ميسم جنس Crocus sp. وفي الأزهار بشكل كاروتينويدات عالية الأوكسجين مثل بيتا كاروتينات وفي كاروتينويدات eschscholzxanthin في الخشخاش poppies، الأنواع العالية من الفواكه وكاروتينويدات ذات أجناس خاصة مثل capsanthin capsorubin, في جنس Capsicum sp. والليوكوبين في الطماطة و 5 ، 6- أو 5، 8- ابوكسي كاروتينويدات في carambola و aopcarotenoids في جنس Citrus spp. وفي النباتات الراقية فأن الكاروتينويدات موجودة في البلاستيد وتوجد هناك كلوروبلاستيتات من أنسجة التركيب الضوئي والأوراق بينما في الأزهار، الفواكه والأوراق الهرمة أو المسنة والذي يمكن وجودها في الكروموبلاستيتات وان التركيب الكيماوي للكاروتينويدات في الأوراق هي نفسها في كل الأجناس مثل بيتا كاروتين من 25 -30% والليوتين حوالي 45% و violaxanthin حوالي 15% والنيوزانثين حوالي 15% وكميات قليلة من ألفا كاروتين وكذلك ألفا وبيتا كربتوزانثين، زيا زانثين و antheraxanthin، الكاروتينويدات تكون حرة في الأوراق غير مؤسترة ومؤسترة في الأنسجة الأخرى وهي توجد بشكل معقدات غير تساهمية مع البروتين وان بعض الكاروتينويدات تكون اكسترابلاستيديال مثل astaxanthin في جنس Haematococcus pluvialis، يحصل ارتفاع الكاروتينويدات في أنسجة nonphotosynthetic وهذه لا تكون شائعة في الجذور وان أكثر من 40 كاروتينويد تم التعرف عليها في الأزهار وأكثر من 70 في الفواكه وان الكاروتينويدات يمكن التعرف عليها في

الأخشاب مثل البلوط وفي الكستناء من جنسCastanea sativa Mill وفي الزان أو خشب الزان Fagus silvatica L مع بيتا كاروتين واللبوتين من المكونات الرئيسية وان الليوتين يستعمل كمعلم حيوي للتميز بين عينات الخشب وارتفاع محتوى الكاروتينويدات في الجزر والبطاطا الحلوة وهي اثنان من المحاصيل التجارية المهمة.

2. الطحالب algae: تكون الكاروتينويدات متخصصة لكل صنف إلا أن النموذج الى chlorophyta يكون مشابه الى النباتات الراقية فأن كميات كبيرة من الكاروتينويدات اكتشفت من الكائنات البحرية وان عدد التراكيب البنائية للكاروتينويدات المعروفة قبل عام 1992 كانت أكثر من 600 مركب والطبيعة تنتج حوالي 10^{8} طن\سنة من الكاروتينويدات وان معظمها يوجد في الطحالب البحرية مثل fucoxanthin والأوراق الخضراء مثل الليوتين violaxanthin, neoxanthin, وهي تتضمن:

Red algae Rhodopgyta: هي ألفا وبيتا كاروتينات ومشتقات تحللها.

Pyrrophyta: وهي تتضمن البتريدين،dinoxanthin,fucoxanthin.

Chrysophyta: وهي تتضمن كاروتينويدات ابوكسي، allenic, acetylenic مثل fucoxanthin,diadinoxanthin.

Euglenophyta: تتضمن euterptielanone

Chryptophyta: وتتضمن acetilenic carotenoids مثل alloxanthin monadoxanthin,crocoxanthin.

Chloromonadphyta: وتتضمن diadinoxanthin ,heteroxanthin,vaucheriaxanthin

Phaeophyta: وتتضمن fucoxanthin.

3. البكتريا: في بكتريا التركيب الضوئي هناك تباين كبير في نوع الكاروتينويد مثل الكاروتينات مع حلقات B أو عطرية كما في عائلة Chorobiaceae و Chloroflexaceae، الالديهايدات تتضمن معظم الكاروتينويدات البكتيرية المهمة في التركيب الضوئيم اعدا كبريتات الكاروتينويد مثلeritoxanthin و caloxanthin وكاروتينويدات غير شائعة في بكتريا غير التركيب الضوئي يمكن وجودها مثل الكاروتينويدات الحاوية 30 ذرة كربون في بكتريا Staphylococcus والكربون 45 والكربون 50 في البكتريا الفلافينية وكلايكوسيدات الكاروتينويدية ذو 40 ذرة كربون في mycobacteria وفي البكتريا هناك عناصر تركيبية مختلفة تظهر في التركيب البنائي للكاروتينويدات مثل مجاميع الكبريتات والحلقات العطرية والسلاسل الكربونية ذو 40 ذرة كربون طويلة وقصيرة وتوجد الكاروتينويدات اعتياديا في الأغشية لبكتريا التركيب الضوئي في الاتفاق مع الخواص المحبة للدهن وظهورها في البكتريا اللا ضوئية التركيب محدود عندما تحدث وهي تملك خواص فريدة.

4. الفطريات: تتجمع الكاروتينات والكاروتينويدات الأحادية وثنائية الحلقة بدون حلقة ε ويحصل على Canthaxanthin من Cantharellus cinnabarinus الأكثر شيوعا فالفطريات هي أحياء مجهريه لا ضوئية التركيب وان من معظم الكاروتينويدات الفطرية هي الكاروتينات والكاروتينويدات الأحادية وثنائية الحلقة إلا إنها بدون حلقات ε وان canthaxanthin هو الكاروتينويد الفطري المهم وان plectaniaxanthin توجد في عائلة Ascomycetes.

5. الحيوانات: في الطيور فأن اللون الأحمر أو الأصفر مرتبطة مع الكاروتينويدات كما في الأسماك مثل لحم السالمون واللافقريات البحرية مثل الكارب، برغوث البحر وسرطان البحر الذي تملك astaxanthin والكاروتينويدات ذات العلاقة وفي الأبقار من جنس Corpus luteum تسبب ايض الخلات لانتاج بيتا كاروتين وهذا ما يدل على أن المبايض تملك إنزيمات لتخليق الريتنال الذي يلعب دوراً مهماً في الوظائف التكاثرية وفي وقت البيض فأن النشاط الخاص للأنزيم المشتق للكاروتين مرتين أكثر ارتفاع في المبايض مقارنة مع الأمعاء وان الكاروتينويدات في الأنسجة الحيوانية يحصل عليها من الغذاء وان الكاروتينويدات تتجمع في العلف أو يتم ايضها وفي الحيوانات والخمائر فأن مسلك الميفالونيت ينتج

ايزوبيرينويـــدات وان تلـــك الإنزيمـــات تتضـــمن في إنتـــاج 3-hydroxy-3- methylglutaryl–Co A synthase، IPP، acetyl CoA transferase وإنـــزيمHMG-CoA-reductase,HMGR وان الإنـــزيم HMGR يكـــون إنزيم عالي التنظيم ويسـتعمل NADPH كعامـل مرافـق وإنتـاج IPP بواسـطة مســلك الميفالونيــت وان التفاعــل الثالــث هــو نــزع مجموعــة كربوكســيل مــن الميفالونيت الذي تحتاج ادينوسين ثلاثـي الفوسـفيتATP وايـون موجـب ثنـائي التكافؤ وان نشاط إنزيم الميفالونيت كاينيز يمكن الكشف عنـه في النباتـات إلا انـه يرتفع في المواقع تحت الخلوية وأهمية التقسيم في التخليق الحيوي للايزوبرينويدات مهـم جـدا فـأن البلاسـتيدات مثـل الكلوروبلاسـتات في النباتـات الراقيـة مثـل Lemna gibba, Daucus carota, Hordeum vulgare لا تسـتعمل مســلك الميفالــونيت لإنتـاج الكاروتينويـدات مثـل البلاسـتوكوينون والفايتيـل وتستعمل البيروفيت وكلسيرالديهايد -3 – فوسفيت من انحلال السكر لإنتـاج 1-deoxy-d-xylulose-5-phosphjate و IPP ويمكن وجود مسـلك بـديل لتخليـق الايزوبرينويـدات وان DXP synthase, DXPS مشـفر مـن أحيـاء مجهريه مختلفة حيث تملك النباتات DXPS يحصـل عليه مـن الفلفـل مـن جـنس C.annuum مـع Lycopersicon esculentum و Arabidopsis thaliana Mentha piperita, وان DXP reductoisomerase DXPR, مشفر مـن A.thaliana و M.piperita وان 4-diphosphocytidyl- 2C-methyl-D-erythriol-2.4-cyclpodiphosphate synthase gene (DPME) (ispF) مشفر من M.piperita والطماطـة وان الجين Lyt B يحصـل عليـه مـن جنسAdonis aestivalis والذي يرتبط مـع العامـل المحفـز الـذي يـؤثر علـى نسبة IPP الى dimethylallylpyrophosphate DMAPP، الخلايا كاذبة النواة مع استثناء الخلايا كاذبـة النـواة للتخليـق الضـوئي فقـط تسـتعمل مسـلك الميفالونيت للتخليق الحيوي للايزوبرينويدات وان هذا المسلك هـو سـايتوبلازمي وان المولـد في المســالك الأخـرى هـو DXP الـذي يكـون كلوروبلاسـتيدي وان الطحالـــب الخضـــراء غـــير الخلويـــة تســـتعمل فقـــط مســـلك DXP باستثناء Chlamydomonas reinhardtii, Scenedesmus obliquos و Chlorella fusca ومن أهم البكتريا الذي تستعمل مسـلك الميفالونيـت هـي

Borrelia burgodorferi والذي بعضها يملك مسالك الميفالونيت و DXP مثل Staph. Carnosus, Staph. Aureus, Str. Mutans و Lactobacillus planetarium وان مسلك DXP يظهر أقدم من مسلك الميفالونيت وعلى الأقل في مجاميع البكتريا الذي لها العديد منها يمكن دراستها وهي إن مسلك DXP مسلك قديم وان هذا المسلك موجود وله دور ايضي أولي وان مسلك الميفالونيت يفي بمتطلبات الدور الثانوي وفي الحقيقة ان Streptomyces مفتاح موجود بين المسلكين وان DXPيستعمل للتخليق الحيوي للمركب IPP ومن ثم menaquinones في بداية تغير الدورة الى ميفالونيت لإنتاج مضاد حيوي هو naphterpin وان IPP هو جزيئه أحادية الذي تبني التربينويدات ذات السلاسل الطويلة خلال العديد من تفاعلات التكثيف وان إنزيم IPP ايزوميريز يحفز تناظر IPP الى DMAPPO باستعمال ايون معدني ثنائي التكافؤ كعامل مرافق والخطوة اللاحقة هي تكثيف IPP و DMAPP لتكوين GPP ويحصل تكثيف جزيئتين من GPP بواسطة تحفيز مع GGPP ساينثيز لإنتاج GGPP وايونات اثنين من المغنيسيوم أو المنغنيز اللازمة لكل موقع تحفيزي وان GGPP هو مولد لعدد من المركبات الأخرى مثل phytyls, plastoquinones,tocopherol,gibberellic acid ,diterpenoid phytoalexins وهناك اليات منظمة فعالة جدا يمكن التعرف عليها في Arabidopsis بالإضافة الى GGPP ساينثيز من النباتات يتقبل كمادة أساس هي DMAPP,GPP,FPP لإنتاج GGPP بينما الحيوانات والفطريات تفضل FPPوفي البكتريا الكاذبة eubacteria لا توجد هناك تأثيرات للمواد allylic إلا أن في Micrococcus luteusDMAPP FP لها تأثير وليست GPP وان Erwinia uredovora تتقبل GPP و FPP وليست DMAPP وان إنزيم GGPP ساينثيز من Sulfolobus acidocaldarius تملك مادة أساس مشابه مع إنزيمات GGPP ساينثيز الحيوانية والفطرية وان isoleucin II مهم في التعرف على مواد الأساس allylic القصيرة مثل DMAPP وليست في التعرف على السلاسل الطويلة من المنتجات وان جزيئتين من GGPP يمكن تكثيفها لإنتاج phytoene (C40) وهي أول جزيئه كاروتينويد وهذا التفاعل يحفز بواسطة إنزيم phytoene ساينثيز وتوجد تلك الإنزيمات في الأغشية

وبشكل معقدات إنزيمية ومعقدة مع IPP ايزوميريز و GGPP سـاينثيز وانـه عـزل إنـزيم phytoene سـاينثيز ويمكـن التحليـل الجيني لاثـنين مـن الأجنـاس Capsicum spp مثـل C. annuum cv.TF68 (red) و C.chinese cv.Habanero (yellow) وان phytoene سـاينثيز ينفصـل كليـا مـع لـون الفاكهة في المرحلة الثانية وان الإنزيم مسؤول عن تطور لون الفاكهـة وفي المراحـل الأخيرة، فأن phytoene ينزع منه عدم الإشـباع لإنتـاج اللايكـوبين واثـنين مـن المولـدات المهمـة هـي -ζ كـاروتين و neurosporene وان الجميـز sycamore من جنس .Acer pseudoplantanus L تظهر تفاعلات إزالة الإشـباع الـذي تملـك حديـد كعامـل مرافـق وأهميـة مركبـات الكوينـون plastoquinone /plastohydroquinone في تفاعلات الأكسدة والاختزال الـذي يمكـن تثبيتهـا مع جنس Narcissus pseudonarcissus وان وجـود الاوكسـيديز البـديل في مطفـرات مـن نباتـات Arabidopsis والـذي يحتـاج الى الصـفات الوظيفيـة لإنزيم phytoene desaturase وان هذا الإنـزيم هـو سلسـلة أكسـدة واختـزال مكونات متعددة بين الإنزيم والاوكسيديز البديل الذي يمكن أن ينقل الالكترونات إمـا مباشـرة الى الأوكسـجين الجزيئـي أو في الصـفة الأكثـر غـير المباشـرة ومن phytoene desaturase الى الأوكسجين وان بيتا كاروتين أو ε – كاروتين الذي يحصل عليهـا مـن اللايكـوبين والتفاعـل المحفـز بواسـطة إنـزيم اللايكـوبين سايكليز حيـث أن FAD يسـتعمل كعامـل مرافـق وهـذه الإليـة هـي مولـدات في مزارع بكتيريـة مـن Flavobacterium والـذي تـبين بـأن مجـاميع المثيـل تبقـى حقيقية بعد غلق الحلقة وهذا التفاعل يتضمن تكوين حلقي محفـز بالحـامض مـن خلال انتقال الإلكترون وطريقة الغلق المختلفة مع جنس Blackslea trispora المقـترح بواسـطة التكـوين الحلقـي الخـاص بالإحيـاء المجهريـة وهنـاك اثنـان مـن الإنزيمات المرتبطة مع تكوين حلقي للايكـوبين في النباتـات هـي إنـزيم بيتـا وε– لايكوبين ساينثيز وهذه الإنزيمات هي مهمة في النباتات الخضـراء وعـزل الإنـزيم لا يكون معقدا لان الكاروتينويدات مع الحلقات بيتا تكون موجودة بنسبة عاليـة في النباتـات وان ε –كاروتينويـدات هـي اقـل تمثيـل وان اسـتعمال A. thaliana ومطفـر δ – طماطـة الـذي تتجمـع بشـكل سـكما كـاروتين الضـروري لإنـزيم ε – لايكوبين ساينثيز المشفر من جنس romaine lettuce ومن جنس Lactuca

sativa var. romaine وان كل إنزيمات اللايكوبين سايكليز تكون متشابه وهي تشبه إنزيم caspsanthin capsorubin synthase الذي تسبب تكوين مركب حلقي للايكوبين، وان إنزيم لايكوبين ساينثيز يكون مرتبط الى الغشاء فيNarcissus pseudonarcissus كروموبلاست وسلوكه يشبه phytoene desaturase مع وجود شكلين احدهما ذائب وغير فعال والآخر مرتبط بالغشاء وفعال وفي النباتات فأن الخلل في بيتا سايكليز يكون سباتي وان الزيازانثين مهم جدا في الحماية الضوئية للنبات وفي النباتات فأن إضافة الهيدروكسيل والتحويرات الوظيفية الأخرى مثل الابوكسي، الفيورانوكسي هي آخر التحويرات في التخليق الحيوي للكاروتينويدات وان اختلاف الكاروتينويدات مرتبط مع التباينات في المجاميع الوظيفية وان الخواص الكيموحيوية الكاملة لتخليق الكاروتينويدات في الإزهار، الفواكه والبكتريا والفطريات تحتاج عزل الإنزيمات الخاصة جدا وان كاروتينويدات الهايدروكسيليزات هي بروتينات ثنائية الحديد لها علاقة الى إنزيمات fatty acid desaturases الغشائية وهناك وجود تجانس عالي بين الخلايا حقيقية النواة وإنزيمات هايدروكسيليزات النباتات والذي تملك أربع من الحامض الاميني الهستدين ثلاثة منها شائعة مع fatty acid desaturases والرابع مع desaturase الستيرول وان الفيريدوكسين اوكسيد ريديكتيز تكون اللازمة لنشاطها وان جريان الإلكترون من ferredoxin الى الهيدروكسيليزالذي فيه السايتوكروم سي فإن الهايدروكسيليزات تكون مشابه الىcapsorubin synthase caspsanthin واللايكوبين سايكليز مع تجانس 65% ويمكن السيطرة على ايض الكاروتينويدات بواسطة التحوير الضوئي للإنزيمات prototype وان caspsanthin capsorubin تتجمع في الفلفل الذي منه إنزيم caspsanthin capsorubin synthase يمكن عزله وان إنزيم -violaxanthin de epoxydase تم عزله لتخليق الزيازانثين وان حامض abscisic منتج بواسطة الهدم التاكسدي لمركب epoxyxanthophylls مثل ,violaxanthin antherxanthin وان الجينات في تخليق الحيوي معزولة من Nicotiana plumbaginifolia,Arabidopsisd والذرة مع cis-xanthoxin كمركب وسطي.

تنظيم التخليق الحيوي: تتولد المنتجات المختلفة بواسطة مسلك ايزوبرينويد وان الكاروتينويدات هي من بين تلك المنتجات وان مسلك التخليق الحيوي المعقد يحتاج الى نظام تنظيمي معقد وان التخليق الحيوي لتنظيم معظم التربينويدات يحدث في العديد من المستويات وان بعض مستويات تنظيم التخليق الحيوي للكاروتينويدات هو:

1. **الأنسجة:** الكاروتينويدات تنتج وتتجمع في كلوروبلاستات الفواكه والإزهار وأعضاء خاصة.
2. **التنظيم التطوري:** الكاروتينويدات الخاصة تنتج في مراحل مختلفة من تطور الفواكه.
3. **الاستنساخ أو بعد الاستنساخ:** في الخلايا كاذبة النواة فأن الجينات لتخليق الكاروتينات يكون نووي ويجب أن يحور وينقل الى البلاستيدات لتكون وظيفية.

ويمكن تخليق الكاروتينات خلال طفرات لفاكهة bitter melkon من جنس Momordica charantia L. بدرجة 25م و35م وفي الفواكه المنضجة بدرجة 35م لوحظ أنه يمكن تثبيط تخليق الكاروتينات في حين لا يؤثر على غلاف البذرة pericarp حيث تتجمع فيه الكاروتينويدات الحلقية وفي لايكوبين غلاف البذرة الخارجي فإن ألفا وبيتا كربتوزانثينات هي المكونات الرئيسية وان اللايكوبين والكاروتينويدات الحلقية لا يعتمد تكوينها في الأنسجة إما عن طرق مسالك متوازية أو من خلال مسلك آخر، هناك العديد من الطفرات الوراثية الذي من الممكن التعرف عليها في الذرة الصفراء، الطماطة و arabidopsis الا أن العديد من الجينات يبقى غير مكتشف وان الكاروتينويدات هي مكونات أساسية وان الطفرات يجب أن تكون حساسة جدا الى ظروف الشد مثل التلف الضوئي وتحت ظروف التطور الاعتيادية يمكن أن تموت تلك الطفرات وهذه المشاكل لا يمكن ملاحظتها مع كاروتينويدات الإزهار، الفواكه أو البذور ويمكن الحصول على المطفرات المتولدة مع ثمرة الطماطة وبذور الذرة الصفراء وان mRNA لأنزيم ε-cyclase من المطفرات سكما في جين الطماطة CrtL-E يتم تحت التنظيم والسيطرة الاستنساخية وهي آلية رئيسية لتجمع اللايكوبين خلال إنضاج ثمرة الطماطة وان الطفرات سكما لا تؤثر على التركيب

الكيماوي للكاروتينويدات أو مستوى CrtL-E mRNa في الأوراق والأزهار الذي تقترح وجود alleles متعددة لأنزيم ε-cyclase وان PSY و PDS النباتات في الأنواع البرية تزيد في مرحلة الهدم خلال الإنضاج بينما CrtL-B و CrtL-E تختفي في هذه المرحلة وان التعابير الجينية المختلفة تلعب دوراً مهماً في تجميع الليوكوبين في ثمرة الطماطة بواسطة ارتفاع تركيز إنزيمات التخليق الحيوي وإيقاف تخليق الإنزيمات الذي تحولها الى كاروتينويدات حلقية وفي المطفرات سكما فأن CrtL-E mRNA تزداد في مرحلة الهدم وتبقى مرتفعة حتى تنضج الثمرة كليا وان معظم اللايكوبينات تتحول الى سكما كاروتين وأهمية إنزيمات cyclases في تنظيم تخليق الكاروتينات يثبت في تحليل التعبير الجيني الى nRNA في إنزيم ε-cyclase الأقحوان marigold من جنس Tagetes erecta وهذا الإنزيم هو احد الإنزيمات المستحدثة في إزهار الأقحوان.

الحيوية الجزيئية لتخليق الكاروتينويدات: الدراسات الكيموحيوية لم تنجح في دراسة التخليق الحيوي للكاروتينويدات وان إنزيمات الأغشية مثل تلك الذي في تخليق الكاروتينات من الصعب عزلها والعمل عليها وان الحيوية الجزيئية تسمح بها المجال وان الخطوة الرئيسية لمسلك تخليق الكاروتينويدات يمكن وصفة كليا وان التطورات العظيمة في معرفة مسلك الكاروتينويد يمكن الحصول عليه من خلال التحليل الكامل لمجاميع الجينات للعديد من البكتريا مثل Rodobacter capsulatus & sphaeroides, Synechococcus sp., Myxococcus xantgus,Thermus thermpphilus , Erwinia sp. والفطريات Neurospora sp. ,Phycomyces وهذه التجمعات تملك مجموعه كاملة من الجينات اللازمة للتخليق الحيوي للكاروتينويدات وان هذه التجمعات لا توجد في الخلايا كاذبة النواة في cyanobacyeria وان المعلومات المستحصل عليها من الإحياء المجهرية تسمح اكتشاف العديد من الجينات في بكتريا cyanobacyeria والنباتات الراقية وان كل تلك الحقائق تسمح بالحصول على العديد من الجينات أو مستعمرات cDNA في جينات تخليق الكاروتينات وان جينات تخليق الكاروتينات في الخلايا كاذبة النواة موجودة في فقط نسخة واحدة إلا أن بعضها يملك أكثر من نسخة واحدة مثل PSY و GGPP ساينثيز في الفلفل وان تخليق الميفالونيت مرحلة مهمة في التخليق الحيوي

للكاروتينويدات وان HMGR منظم قوي يحدث في الحيوانات وانه يظهر في النباتات والإحياء المجهرية الأخرى إلا انه يدخل في تخليق الايزوبرينويدات الأخرى وفي الحقيقة، فأن النسخ المتعددة من HMGR يمكن التعرف عليها في Arabidopsis Hevea, Solanum وان التخليق الحيوي للكاروتينويدات النباتية تنجز بواسطة مسلك DXP ويمكن التعرف على الجينات في التخليق الحيوي للكاروتينويدات مثل استعمال مجسات غير متجانسة، المضادات الحيوية تجاه التعبير الجيني cDNA ونقل الأذى وبعد عزل الجين أو cDNA يمكن التعرف على مناطق التشفير الخاصة في الموقع الفعال من الإنزيمات والمراحل التنظيمية في المسلك وبعض الآليات في تنظيم وتجميع الكاروتينويدات ويمكن التعرف على الجين المشفر في جينوم المايتوكوندريا في A.thaliana الذي تقترح بان المقصورات هي آليات تنظيم مهمة في التخليق الحيوي للكاروتينويدات وان المنتجات الايزوبرينويدية تساهم في بعض مولدات المسالك وان phytoene synthase البكتيري يملك خواص مشابه الى تلك الخواص الملاحظة في phytoene synthase النباتات الذي تنتج 15-cis-phytoene وكل all-trans-phytoene الذي تعتمد على ATP وعلى ايون المغنيسيوم ناو المنغنيز وان ثابت مكليس Km للمركب GGPP كمادة أساس هو 41 ميكرومولار في Capsicum و 3 ميكرومولار في البكتريا، وهناك نوعين من الأنشطة الإنزيمية يمكن ملاحظتها في PDS في ميكروبات التركيب الضوئي غير الاوكسجينية الذي تحفز تحويل الفايتويين phytoene الى اللايكوبين او neurosporene وإنزيم PDS النبات الذي يحفز تحويل الفتايتويين الى ζ- كاروتين وفي تقييم النشاط الإنزيمي فإن موقع ارتباط ثنائي النيكلوتيد موجود في كل أنواع PDS حيث توجد ثلاث جينات في عملية إزالة التشبع الذي تحتاج الى PDS, ألفا توكوفيرول، plastoquinone وان plastoquinone\ألفا توكوفيرول مهمة في نقل الإلكترون في حين أن ubiquinone مهم للأحياء المجهرية اللا هوائية وان Neurospora crassa td PDS يمكن التعبير عنها في بكتريا القولون وان الإنزيم يظهر تشابهات الى كل PDS البكتيرية وان إنزيم جنس N.crassa له القدرة أن يوجد خمسة أواصر مزدوجة الى phytoene الذي تنتج 3,4-didehydrolycopene في حين أن PDS الأخرى تنتج فقط 3 أو 4 أواصر مزدوجة وهذا الإنزيم يعتمد على NAD وليست FAD وهناك وجود إنزيمين مشفرة لعملية تكوين الحلقة هي بيتا سايكليز و ε – سايكليز وانه خلال نضج الثمار فانه ينخفض

إنـزيمcyclase lycopene و mRNA مـع زيـادة محتـوى الكاروتينويـد وان بيتـا لايكوبين سايكليز يتميز بأنه bicyclase الذي يستطيع إدخـال حلقـتين نهائيـة مـن بيتا بينما ε -لايكوبين سايكليز هو monocyclase والذي لا يضيف حلقـة نهايـة من ε ثانية وان عدم الإشباع في المواقـع 7-8 أو 7¯ - 8¯ في عمليـة التكـوين الحلقـي، وان بكتريا القولون مع جينات تخليق الكاروتين تتحـول مـع ε – سـايكليز مـن جـنس Lactuca sativa وان أكثـر مـن 90% مـن الكاروتينويـدات المتجمعـة هـو ε – كـاروتين وان تقـدير عـدد الحلقـات يعتمـد علـى حـامض أمـيني منفـرد ويمكـن وجـود العديد من الجينات في تحويرات الكاروتينويدات الأخيرة يمكن التعرف علها وانه يحتـاج الى اثنين من إنزيمات هايدروكسيليزات احدها الى حلقـة بيتـا والزاخـر الى حلقـة ε وان ابوكسي كاروتينويدات هي مولدات الى ABA وهو فايتوهرمون مهم وان مطفرات من جـنس Nicotiana plumbaginifolia الـذي يسـبب عجـز في التخليـق الحيـوي للهرمون النباتي ABA، الذي يخفض سبات البذور ويسرع الإنبات مقارنـة الى البـذور البرية وهذه النباتات تستعمل لزيادة التعـبير عـن ABA2 mRNA تحت السيطرة على محفز 35S وان النباتات لمنقولة حسيا mRNA تظهر زيادة في سبات البـذور في حين في النباتات غير الحساسة يقل فيها سبات البذور وان التحوير في التخليق الحيـوي هرمون النبات يسمح بالسيطرة على وقت أنبات البذور في النباتات المظفرة الذي يحسن سرعة الإنبات أو تكيف مستويات الإنبات للمتطلبات الزراعيـة وان بعض التحـويرات تكون خاصة للكائنات الحية وان الفلفـل يجمـع الكاروتينويـدات مثـل ,capsanthin capsorubin والإنزيمـــات الخاصـــة اللازمـــة في التخليـــق وان البروتينـــات الصميمapoproteins الذي تكون معقدات مع الكاروتينويدات الذي يمكـن التعـرف عليهـا في الفواكـه والأزهـار وهـذه البروتينـات هـي عوامـل لتجمـع الكاروتينويـدات في الكروموبلاستيتات وهناك فروقات يمكن ملاحظتها في تنظيم أنسجة الفواكـه والفلـورا وفي الفواكـه فـان الاثـيلين يحفـز تحويـل الكلوروبلاسـت – الكرومـوبلاسـت ومشـابه الى هرمون النبات وفي جـنس Capsicum annuum وجـد جـين fibrillin في التنظـيم العلـوي وان الكاروتينويـدات الكليـة يحصـل زيادتهـا ويمكـن السـيطرة علـى الجـين في الأوراق بواســطة آليــة تنظــيم مختلفــة عــن الــذي في جينــات التخليــق الحيــوي للكاروتينويــدات وان إنزيـــم تشـــقق الكـــاروتين - β, β¯-carotene-15,15¯ dioxygenase مشفر من الخلايا كاذبة النواة في الـدجاج والإنـزيم الـذي يشـقق بيتـا

كاروتين في الآصرة المزدوجة 15,15⁻ وهو إنزيم أساسي في تحويل بيتا كاروتين الى فيتامين A وهذا الأنزيم مشفر من Drosophila melanogaster وان البروتين مكون من 625 حامض أميني أي حوالي 69,9 كيلودالتون وهو يوجد في موقع 87F من الكروموسوم 3 وفي Drosophila فأن البروتين موجود في الرأس وليست في البطن أو thorax وان إنزيمات الدواجن والجرذي تملك 81% تجانس في حين Drosophila والدواجن 50% فقط وهذا الإنزيم يكون cytosolic وفي Drosophila فإن إنزيم واحد فقط له القدرة أن يهدم بيتا كاروتين لإنتاج فيتامين A وهو 15,15⁻ - dioxygenase وفي هذه الأحياء فان فيتامين A ينتج بواسطة التشقق الإنزيمي لمولد الفيتامين وهو محدود للرؤية وفي الفقريات فان تكوين فيتامين A وايضه هي من العمليات الأكثر تعقيدا وان للفيتامين تأثيرات متعددة في تطور وتميز الخلايا المفروزة بواسطة نواتجه الايضية مثل حامض retinoic وان التفاعلات الكيموحيوية هذا المسلك البديل في تكوين الحامض من تلك الملاحظات بالإضافة الى التشقق النظامي للبيتا كاروتين وبذلك يمكن التعرف على dioxygenase الذي يحفز هدم بيتا كاروتين الذي تملك β-apo-10⁻–carotenal(C27) وبيتا – اونيون (C13) وهذا الإنزيم يهدم اللايكوبين الذي ينتج تكوين apolycopene وتشفير DNA من الإنسان ويغير وجود بعض الإنزيمات في الفقريات وان CDNA يشفرالبروتين المكون من 532 حامض أميني والذي يملك 39% تسلسل معروف مع β,β⁻-carotene-15,15⁻-dioxygenase وان stretches و His مهمة في ارتباط الحديدوز كعامل مرافق الذي تظهر بأن تلك البروتينات تعود الى نفس الصنف من الإنزيمات وان تفاعلات التشقق تعزى الى تكوين retinoid في بعض الأنسجة خلال المراحل الأخيرة من التطور.

التخليق الحيوي للانثوسيانات

مولدات مسلك التخليق الحيوي الانثوسيانانات هي malonyl-CoA الذي مصدرة هو ثلاث جزيئات من الخلات النشطة acetyl–CoA و p-coumaroyl-CoA phenylalanine وخطوة التكثيف لثلاث وحدات من الخلات من المالونيل النشط مع p-coumaroyl-CoA لإنتاج tetrahydroxychalcone تحفز

بواسـطة chalcone synthase وان chalcone isopmerase يحفز تناظر tetrahydroxychalcone ذو اللون الأصفر الى naringenin عديم اللون الذي تنتقل الى dihydrokaempferol بواسطة flavanone 3-hydroxylase حيث تتم إضافة هيدرو كسيل الى dihydrokaempferol بواسطة- 4ˉ flavonoid hydroxylase لإنتاج dihydromyricitin أو بواسطة - 3ˉ -5ˉ flavonoid hydroxylase لانتاج dihydromyricetin وتحويل dihydromyricitin الى dihydromyricetin بفعل 3ˉ-5ˉ-hydroxylase flavonoid الذي يكون dihydroflavonols (dihydrokaempferol، dihydromyricitin و dihydromyricetin) عديمة اللون الذي تنتقل الى انثوسيانانات بفعل ثلاثة إنزيمات متخصصة، الخطوة الأولى في هذا التحويل هو نقل dihydroflavonols الى flavan-3,4-cis-diol leucoanthocyanidins بواسطة reductase ثم أكسدة، سحب ماء ثم إضافة كلوكوز للأنواع المختلفة من leucoanthocyanidins الذي تؤدي الى تكوين pelargonidin مقابل ذو لون احمر طابوقي، cyaniding ذو لون احمر و delphinidins ذو لون ازرق وهي صبغات من الانثوسيانينات وأخيرا إضافة كلوكوز ومثيلين وأسيل في العديد من الأجناس الذي تحور الانثوسيانانات-3 – كلايكوسيدات ومولدات الانثوسيانانات منتجة بواسطة مسلك انحلال السكر \ الفوسفوبيروفيت ومسلك فوسفيت السكر الخماسي\دورة كالفن اي ايريثروز -4- فوسفيت الذي توقف بناء حامض shikimic acid الذي مع الخلات تكون حجر البناء العطري الأولي لعدد من المركبات الفينولية مثل الانثوسيانانات وتكون جزئيين في مسلك التخليق الحيوي للانثوسيانانات هي:

1. مولدات من ايض الفينايل بروبانويد
2. خطوات خاصة تجاه التخليق الحيوي للفلافونويد وفي الجزء الأول فإن مسلك shikimate المستعمل لإنتاج العديد من الأحماض العضوية مثل cinnamic ,p-coumaric,caffeic,ferulic,chlorogenic,phenylalanine وان phenylalanine يتحول الى p-coumaryl-CoA في عملية تتضمن ثلاث إنزيمات هي 4-coumaryl-CoA ligase(4CL),PALl-coumaryl, –CoA و -4-hydroxylase(C4H) Cinnamate الذي تكون المولدات الرئيسية للفلافونويدات مثل Lignin و phenylpropanoids الأخرى

وحامض p-coumaric المستعمل لبناء الجزء C-6-C-3 (الحلقات العطرية B والكربونات المقابلة الى الحلقة C) من ترك فلافونويد الأساس في الجزء الثاني فإن إنزيم chalcone synthase(CHS) الذي يعتبر الإنزيم الأساس في التخليق الحيوي للفلافونويدات الذي يحفز تكثيف ثلاث جزيئات من malonyl-CoA مع 4-coumaryl–CoA لتكوين chalcone وسطي وان الخلات النشطة، تجهز الحلقة A والأوكسجين في حلقة البيران المركزية من خلال مالونيل نشط وان المرحلة الأولية في التخليق الحيوي للانثوسيانينات هو أن الخلايا في parsley,maize,snapdragon,petunia المستعملة وفي الخطوه القادمة فان chalcone يتناظر الى naringenin بواسطة إنزيم كالكون ايزوميريز CHI في تفاعلات التناظر الفراغي فأن naringenin وهو الفلافونون هو مولد الفلافونويدات والايزوفلافونويدات وان أنزيم الاوكسيجينيز الأحادي أو الثنائي يعتمد على الأنسجة والمستعمل لتحويل naringnenin الى dihydrokaempferol كفلافون الذي يتحول بواسطة F3¯H F3¯5¯H الى dihydroquercetin و dihydromyricetin على التوالي وفي التفاعل الآخر فان dihydroflavonol-4-reductase(DFR) يحفز تحويل dihydromyricetin, dihydrokaempferol,dihydroquercetin الى leucoanthocynidins بوجود NADPH أو التفاعل المعتمد على NAD وان leucoanthocynidins يتحول الى انثوسياندينات ملونه ويتضمن التفاعل أكسدة وسحب الماء حيث أن النشاط الإنزيمي مرتبط مع هذا التفاعل يسمى انثوسياندين ساينثيز ANS، وإنزيم للانثوسيانيدين ساينثيز CDNA المعزول من Perilla frutescens وان الإنزيم يملك خوص لها علاقة الى إنزيم فلافونول ساينثيز، وتتضمن الآلية الأكسدة الذي تعتمد على-2 oxoglutarat للصبغة leucoanthocynidins الذي تحفز بواسطة ANS المرتبط ومعاملة الحامض وان الانثوسيانيدينات تتحول الى انثوسيانانات بواسطة تفاعلات إضافة الكلوكوز وهذا السبب فان أفضل إنزيم هو-UDP glucose/flavonoid 3-O-glycosyl transferase(GT)، وان الإنزيم متخصص جدا بخصوص المادة الأساس، الموقع والسكر المنقول وان عدد كبير من تلك الإنزيمات موجود وفي الحقيقة فأن خاصية الإنزيم يحفز نقل السكر

كالكالاكتوز عدا الكلوكوز الى الانثوسيانيدينات وان جنس Daucus carota L. الذي يظهر وجود كالاكتوز\سيانيدين كالاكتوسيل ترانزفيريز (GCT) وزايلوسيل ترانزفيريز وان كلوسيل ترانزفيريزات تعمل في تفاعلات متسلسلة وان اليوردين – ثنائي نيوكلوتيد فوسفيت- كالاكتوز\ فلافونويد -3- أوكسجين – كلايكوسيل ترانزفيريز المتخصص من التفاح وهذا الإنزيم يحفز نقل مجاميع الكالاكتوسيل الى سيانيدين والمرتفع نسبيتا في الأصناف الصفراء والخضراء الذي تشيرالى أهمية التنظيم ومن جنس P.frutescens فأن cDNA من يوردين ثنائي نيوكلوتيد- كلوكوز- انثوسيانيننن 5- أوكسجين كلوكوسيل ترانزفيريز (5GT) المشفر وان جين 5GT يستحدث بواسطة الإضاءة مع الضوء الأبيض، الخطوة الأخيرة تتضمن إنزيم -O flavonoid methyltransferase, MT وهذه الإنزيمات تملك تخصص عالي وإضافات المثيلين المتعددة الذي تحتاج إنزيمات متعددة وفي الإزهار من جنس Petunia hybrid وهناك على الأقل أربع إنزيمات من methyltransferase تتضمن Mt1,Mf1,Mt2,Mf2 وأخيرا الأسيلة للانثوسيانانات تتضمن إنزيم أسيل ترانزفيريز عالي التخصص وهذه التفاعلات في بعض الأمثلة تسبق إضافة السكر وان الأسيل ترانزفيريز الموصوفة في Silene,Matthiola,Callistephus Dendranthema,Zinnia, وهي شائعة لإنزيمات ترانزفيريز للمركب 40coumaryl او caffeoryl إلا أن إنزيم سكسنيل ترانزفيريز غير شائع وفي إنزيم أسيل ترانزفيريز المعزول من الأزهار الزرقاء من جنس Centanurea cyanus الذي يحفز نقل السكسنيل من السكسنيل النشط الى 3- كلايكوسيدات السياندين و pelargoidin وليست الى 3، 5 – ثنائي كلايكوسيدات وهذا الإنزيم يحفز إضافة المالونيل في سرع مشابه من إضافة السكسنه والتحوير المهم الآخر هو إضافة السلفون وان إنزيم كبريتات الترانزفيريز cDNA المعزول منFlaveria bidentis وباختصار فأن إنزيمات التخليق الحيوي السايتوبلازمية المرتبطة الى أغشية vacuolar والذي تنتقل الى vacuole بعد إضافة السكر وان بروتين VP24 والانثوسيانين تتجمع في طريقة مشابه كما مبين في مزارع خلايا البطاطا الحلوة.

تنظيم التخليق الحيوي: التنظيم هو الظاهرة اقل معروفة في إنزيمات التخليق الحيوي للفلافونويد وفي الحقيقة، فقط بعد ظهور دراسات حيوية الجزيئة الذي تملك تطور في هذا المجال الذي تستعمل لتركيز المعلومات حول الظواهر المختلفة الذي لها علاقة الى التخليق الحيوي للانثوسيانانات وهي:

1. **تشفير جينات التخليق الحيوي:** تتضمن إنزيم فينايل الأنين لاييز وجالكون ساينثيز، جالكون ايزوميريز، 4- كوماريا – المرافق الإنزيمي أ لايكيز، فلافانول ساينثيز فلافونويد 3- هيدروكسيليز.
2. **تنظيم فراغي spatial أو زمنيTemporal:** لون بذور الذرة يمكن تنظيمه بواسطة العناصر cis الذي تكون مرتبطة مع المحفزات المختلفة، استحداث الشد والتعبير الخاص بالأنسجة من جينات إنزيم جالكون ساينثيز وان مستوى إضافة المثيل الى الجين يكون مرتبط مع إنتاج صبغات الانثوسيانات وإنزيم ثنائي هيدرو فلافانول-4- ريكيدتيز الذي تملك محتوى GC أكثر ارتفاع من إنزيم gerbera ويمكن ملاحظة انخفاض مستوى التصبيغ في الذرة من في gerbera، وهناك عائلتين من عناصر التنظيم معروفه في الذرة الفراء هما C وR.
3. **التنظيم السالب:** الجينات من جنس fus وbanylus يمكن التعرف عليها من جنس Arabidopsis thaliano والذي تكون منظمات سالبة وتمنع تجمع الانثوسيانانات ومن جينات المنظمات السالبة الأخرى هي elata من إزهار جنس Antirrhinum.
4. **العوامل البيئة والتنظيم:** جينات الانثوسيانينات الذرة الصفراء تستحدث بواسطة البرودة المعتدلة بدرجة 10م والتلف بدرجة 5 م وان البرودة يمكن استعمالها كدليل للتخليق الحيوي للصبغة وهذه الظاهرة يمكن ملاحظتها في جلد التفاح وتويجات الإزهار، والضوء يستحدث تجمع في إنزيم جالكون ساينثيز وثنائي هيدرو فلافانول -4- ريديكتيز وفي Perilla frutescens تستحدث كل جينات التخليق الحيوي في الانثوسيانات.
5. **تجمع الانثوسيانانات:** يرتبط نشاط إنزيم كلوتاثايون – S – ترانزفيريز مع عملية إرسال الانثوسيانات الى vacuoles.

وان تنظيم التخليق الحيوي للانثوسيانانات الذي تتأثر بواسطة العوامل المختلفة مثل البيئة والتطور فإن التخليق الحيوي الانثوسيانات ذات حساسية خفيفة وعلى الأقل، هناك ثلاث مستقبلات ضوئية الذي تقترح بان السيطرة على هذا المسلك (الأحمر - الأحمر البعيد، الأزرق، الأشعة فوق البنفسجية A- أو السايتوكروم و(UV-B)، في Arabidopsis، فإن المستقبلات الضوئية مرتبطة مع منتجات جينات Cop, Det, Fusca وفي نباتات parsley فأن الإنزيم للتخليق الحيوي الفلافونويد الذي تملك نشاط فقط في costledones الشباب والأوراق الذي تخفض في المراحل الأخيرة من التطور.

الحيوية الجزيئية في التخليق الحيوي للانثوسيانين: التخليق الحيوي للفلافانويد هو أفضل مسلك معروف للايض الثانوي وهنالك العديد من cDNA وتشفير الجينومات المتضمنة في تخليق الفلافونويد المتخصص وهذه التشفيرات تستعمل لانتهاج البروتينات المقابلة أو الإنزيمات في البكتريا أو النماذج المناسبة الأخرى والبروتينات الذي تكون متخصصة وتستعمل للتعبير عن الفلافونويد وان بعض الفلافونويدات تكون نواتج ايضية قيمة وهذا المسلك يملك حقل من الخبرات لإنتاج تقنيات حيوية جزيئية جديدة مثل التكبير السريع النهايات cDNA بواسطة PCR وهوتفاعل سلسلة إنزيم بوليميريز الذي يستفيد من تشفير جينات التخليق الحيوي والمنظم، والدراسة الحيوية الجزيئية الذي تؤثر على إضافة المثيل الى DNA في التخليق الحيوي للانثوسيانانات في نباتات petunia ويلاحظ بأن إنزيم dfr يثبط بواسطة إضافة المثيل وانه على الأقل 30 جينا تكون متضمنة في التخليق الحيوي للفلافونويد والعديد منها يكون جينات منظمة يعمل في مستويات مختلفة وفي الذرة الصفراء فإن تعبير الجينات يعزى الى العوائل من الجينات المنظمة C1 و R الذي تستحدث تأثيرات pleiotropic الذي تكون في بعض الأمثلة يمكن ملاحظتها كزيادة في التخليق الحيوي للانثوسيانانات بالإضافة الى تخليق الانثوسيانينات للذرة الصفراء الذي تحتاج تعبير على الأقل جين واحد من كل عائلة الجينات المنظمة تكون متجانسة الى العوائل C و R في الذرة الصفراء المعزولة من جنس Petunia, Antirrhinum و Arabidopsis، وان التنظيم في مسلك الانثوسيانانات الذي يكون ظاهرة معقدة وان المنظمات السالبة المتعرف عليها الذي تمنع تجمع الصبغات وان الجينات المنظمة

الخلوية متعرف عليها في الذرة الصفراء الذي تكون معتدلة البرودة 10م وليست في 5م الذي تزيد من استنساخ أو قابليات تثبيت جينات التخليق الحيوي في الانثوسيانات الذي تحسن من إنتاج الصبغات والظاهرة مشابه الى الملاحظة في إزهار petunia بالإضافة الى جلد التفاح وتويجات الأزهار، الاستحداث الخفيف يمكن ملاحظته في البانجان من جنس Perilla frutescens و Arabidopsis ومن بين النماذج في P.frutescens وكل جينات التخليق الحيوي للانثوسيانانات الذي يستحدث بواسطة الضوء القوي chs ,f3h ,dfr, Idox, 3gt ,aat وتأثير الهرمونات الضوئية المتغير مثل GA gibberellins وتحفيز تخليق الانثوسيانانات على تويجات petunia وتثبيط في خلايا الجزر المزروعة وان معاملة benzyladenine cytokinin تستحدث التصبيغ الأحمر في بقولات Arabidopsis وخلال تجمع الانثوسيانانات فأن بروتين معين يتضمن مثل جين (bz2) 2- bronze في الذرة الصفراء الذي يشفر إنزيم كلوتاثايون —S— ترانزفيريز وفي النباتات المطفرة لهذا الجين فأن السايانيدين – 3- كلوكوسايد يتجمع في السايتوبلازم وان تجمع الانثوسيانات vacuolar تتضمن ارتباط الكلوتاثايون – انثوسياندين الذي توازي آلية الذي بواسطتها النباتات تستبعد قاتلات النباتات و xenobiotics.

الحيوية الجزيئية كوسيلة تقتنات حيوية في التخليق الحيوي للانثوسيانين: سوق الأزهار العالمي مهم جدا ومعرفة مسالك التخليق الحيوي للانثوسيانات وتقتنات الحيوية الجزيئية تملك تحوير في لون الأزهار وهي:

1. جنس **petunia**: يتم تحوير النباتات المطفرة للجين dfr الذي يتحول مع جين dfr في الذرة الصفراء مما يكون genotype مما يخلق pelargonidin أو النباتات المنقولة مع جين dfr في مضاد حسي لاختزال الصبغة
2. جنس **Chrysanthemum**: ويكون التحوير في تثبيط جين dfr الرئيسي لإنتاج genotype ذات إزهار بيضاء.
3. **Carnation**: ويتضمن تحوير مستويات مختلفة من تثبيط chs لإنتاج phenotype ذات مدى من الالون.

طرق الأزهار مهمة في تحسين ثبات الأزهار الزرقاء لأنها تكون غائبة في عدد من نباتات الزينة والمشكلة هي أن معظم محاصيل الأزهار المهمة carnations roses ,chrysanthemums, تفتقد جين F3′,5′H الذي ينتج ورود زرقاء بواسطة التصبيغ المشترك واستعمال caffeine لثبات الشكل الأساس quinonoidal من الانثوسيانينات وتستحدث ظهور اللون الأزرق وان التقنية الحيوية البيولوجية تحسن من خواص المحاصيل والكائنات الحية وان الطريقة مكونة من تحوير سلالة خميرة النبيذ لتحسين نوعية النبيذ الأبيض وكذلك مهمة لتزيد انثوسيانانات مؤسيلة جديدة لأنها تملك قابلية ثبات عالية ومرتبطة وتطبيقات الحيوية الجزيئية في مسالك التخليق الحيوي للفلافونويد لتحسين خواصها المهمة تجاريا وهي:

1. إنتاج محاصيل هجينة مخصبة ذكرية في أجت، فإن الجين f3h يكون مرتبط مع تجمع الفلافونويد في حبيبة اللقاح والمبيض والذي تعلب دوراً مهماً في الإخصاب بينما في التبغ فأن الفلافونويدات تكون مهمة في تطور gametophyte الذكري وان النباتات المحولة مع إنزيم stibene synthase ينتج نباتات مخصبة ذكرية وان الإنزيم يعيد توجه المسلك وتركيز المركبات الوسطية المستعملة بواسطة انخفاض إنزيم جالكون ساينثيز.
2. في انتخاب الأجناس الحمراء من التفاح وبواسطة استعمال DNA متعدد الإشكال والمضخم عشوائيا كمعلم الذي يقابل الجين المنظم من التخليق الحيوي للانثوسيانانات المعروفة وان الأصناف الأكثر احمرار المنتخبة في مرحلة الإنبات.
3. تحسين جنس Sacharomyces cerevisiae الذي تتحول مع جين إنزيم انثوسياندين – بيتا – كلوكوسايديز في جنس Candida molishinana وان التخمر مع S.cerevisiae المحور تنتج نبيذ ابيض مع أن العنب المستعمل هو احمر.
4. إنتاج الانثوسيانينات مؤسيلة فأنه يستعمل جين لإنزيم انثوسيانين-3-كلوكوسايد إنزيم rhamnosyltransferase من جنس Antirrhinum majus لتكوين lisianthus من جنس Eustoma grandiflorum Grise والنباتات المحولة تنتج 3- أوكسجين – فلافونول مضاف له سكر.

5. الأعـلاف مـع تركيـز محسـنة مـن التنينـات المكثفـة مـن جـنس Lotus corniculatus المحوله مع جين cDNA من جـنس Antirrhinum majus والنباتات المحولة تنتج مستويات مرتفعة من التنينات المكثفة

الحماية الضوئية للانثوسيانانات: الانثوسيانانات في الأوراق تزيـد مـن كميـة الضـوء المتـوفر للتخليـق الضـوئي وخفـض التثبـيط الضـوئي وهـذا يكـون مرتفـع لان الانثوسيانات والكلوروفيل b تمتص في نفس المنطقـة بطـول مـوجي مـن 520- 530 نـانوميتر ومـن دراسـة اثـنين مـن نباتـات الغابـات المطريـة مثـل جـنس Begonia pavonina Ridl. و Triolena hirsute Triana وعند وجـود الانثوسـيانانات لا تكون فقط في تثبيط خفض الحماية فحسب، بل أيضا زيادة التركيب الضوئي مع ارتفاع تركيز الكلوروفيل ومن الوظائف الأخرى المهمة هي الانجاز خلال تطور الأوراق الحديثة وخلال هذه الفترة، فأن الايض يكون فعال جدا وزيادة إنتاج البيروكسيد والجذور الحرة وتحـت تلـك الظـروف، فـأن الانثوسـيانانات تعمـل كعوامـل مضـادة للأكسـدة بواسـطة تفاعلها مع الجذور الحرة أو وايونات المعادن المكلبجة مثل الحديـدوز وان إنتـاج نظـام الانثوسيانين – البيروكسـيديز في vacuoles يعـزى الى آليـات الحمايـة للنباتـات ضـد التلف التاكسدي.

التخليق الحيوي للبيتالاينات

معرفة التخليق الحيوي للبيتالايينات يبدأ مع تحليـل التراكيـب الكيماويـة مـع استعمالها في تجـارب التغذيـة مـع المولـدات المعلمـة إشـعاعيا ومـع إنتاجهـا في زراعـة الخلايـا وهنـاك عـدد محـدود مـن بضـع الإنزيمـات المتضـمنة في تخليقهـا وتنقيتهـا وخصائصـها وهيكلـها المقـترح في مسـلك التخليـق الحيـوي وان البيتالاينـات الناتجـة من مسلك shikimate والنواتج الثانوية مثـل تحويـل arogenate الى arogenate تايروسين وهو حامض أميني عن طريق إنزيم arogenate dehydrogenase وان التركيـب البنـائي للتايروسـين مـع مجمـوعة الفينايـل مرتبطـة الى سلسـلة n-propyl الـذي تعطـي مكـان مـن كربـون – 3 الى كربـون– 6 التركيـب الأساسـي للمركـب dihydropyridine في كل البيتالاينات يخلق من جريئتين مـن التايروسـين وتكـوين جـزيئتين مـن L-5,6-dihydroxyphenylalanine(L-DOPA) وان إضـافة

الهيدروكسيل الى التايروسين يؤدي الى تكوين L-DOPA الذي يمكن التعرف علية في الخطوة الأولى في التخليق الحيوي للبيتالايينات بواسطة استعمال مولدات فعالة إشعاعيا الى التايروسين معلم مع C14 الذي تنجز في جنس A.tricolor,B. vulgaris seedlings الذي تنتج amaranthine,betanin على التوالي وان الإنزيم الأول هو معقد إنزيم الفينول اوكسييديز الذي يحفز كلا من تحويل التيروسين الى L-DOPA بواسطة إنزيم فينول أحادي اوكسييديز وإزالة الهيدروجين من L-DOPA الى O-quinone بواسطة ثنائي فينول اوكسييديز وان الاكتشافات الأكثر أهمية للتخليق الحيوي للبيتالايينات الذي يحصل عليها من العرهون المعروفة toadstool"fly agaric" من جنس Amanita muscaria وان toadstool هي basidomycete الذي تجمع البيتالاينات في القلنسوة وتخليقها الحيوي يتعرض الى تنظيم متطور ويمكن الحصول على إنزيم التايرونيز من pileus من جنس A.muscaria وهذا الإنزيم يقع فقط في أجزاء ملونة من الفطر ويحفز تفاعل إضافة الهيدروكسيل الى التايروسين لتكوين L-DOPA وان إنزيم التايروسينيز يظهر نشاط إنزيم ثنائي فينوليز والذي يظهر heterodimer من وحدتين فرعيتين مع أوزان جزيئية من 27 و30 كيلودالتون، إنزيمات التايروسينيزات تتضمن في التخليق الحيوي للبيتالايينات في أجناس P.grandiflora و B.vulgaris L.subsp. vulgaris والذي يظهر الأنشطة أعلاه وان إنزيم أحادي الفينول أحادي الاوكسيجينيز لإنتاج DOPA وO-diphenol oxidase لإنتاج cyclo- DOPA وان جزيئة أخرى من L-DOPA تذهب من خلال تشقق تأكسدي للمركب 4,5- extradiol لتكوين 4,5-seco-DOPA وإعادة الدوران لإنتاج حامض betalamic وهذا التفاعل يحفز بواسطة DOPA-4,5-dioxygenasae وان toadstool DOPA تطرأ عليه تشقق 2,3-extradiol لإنتاج muscaflavin وهو بيتالين لا ينتج بواسطة النباتات، حامض betalamic تكثف مع مجموعة امينو من cyclo- DOPA لإنتاج بيتاسيانين احمر – شاحب أو مع مجموعة امينو أو امينو للأحماض الامينية لتعطي بيتازانثينات صفراء وتفاعل cyclo- DOPA وحامض betalamic تنتج بيتا سيانين وتحدث إضافة كلايكوسيل بعد هذا التفاعل أو عندما cyclo- DOPA يضاف لها كلايكوسيل أولا وان البيتانيدين الحر يمكن خزنه في الخلايا المنتجة الى بيتالين مع مستقبل رئيسي الى UDP-glucose يحفز

بواسطة uridine-5¯-diphosphoglucose:betanidin5-O-β-glucosyl transferase خلال التخليق الحيوي الى بيتالايينات بالإضافة الى إنزيم 6-O- glucosyltransferase الذي يحفز تفاعل مضاهي الى uridine-5¯- diphosphoglucose:betanidin 5-O-β-glucosyltransferase الذي تنتج gomphrenin I وكلا الإنزيمات المستخلصة من زراعة الخلايا من جنس Dorontheanthus bellidiformis وان تسلسلات التفاعلات تعتمد على جنس النبات وان البيتالايينات المضاف لها كلايكوسيل تتاسل لتكون 1-O-acyl glucosides التفاعل الذي يظهر في النباتات الذي تنتج بيتالايينات التفاعل المضاهي لأسيلة الفلافونويد الذي يستعمل مسلك hgydroxycinnamoyl–CoA وفي جنس Chenopodium rubrum، فأن النشاط يمكن التعرف عليه بواسطة إنزيم 1-O-hydroxycinnamoyl –transferase وهو الإنزيم الذي ينقل حامض hydroxycinnamic من 1-O-hydroxycinnamoyl-β–glucose الى مجموعة hydroxy C2 من حامض كلوكيورونيك من betanidin 5-O- glucuronosylglucose (amaranthine) الذي تنتج celosiannins وان 1- O-hydroxycinnamoyl–transferase ينتج مشتقات 4-coumaroyl و feruloyl في جنس B.vulgaris (Lampranthin II)، جنس Iresine lindenii (Lampranthin II)، جنس G.globosa (gomphrenin III)، وجنس Lampranthus sociorum (celosianin I & II)، الدراسات الكيموحيوية والوراثية لجنس P.grandiflora يظهر تكثيف تلقائي بين حامض بيتالاميك ومجموعة الأمين في داخل vacuole مما تكون بيتازانثينات جديدة (vulgaxanthin III & IV) عند زراعة الجذر الشعري لجنس B.vulgaris var. lutea المدعم مع الأحماض الامينية المقابلة وان تكثيف الحامض بيتالاميك مع الأحماض الامينية هي عملية تلقائية وان الانزيمات الذي تزيل اللون من البيتالين موجودة في نباتات مختلفة مثل جنس B.vulgaris, A.tricolor, Phytolacea Americano وهذه الإنزيمات تملك ايون الحديد في الموقع الفعال وهي تكون مشابه الى البيروكسيديزات وان إنزيم الفجل الأحمر البيروكسيديز يحفز أكسدة بيانين مع حامض البيتالاميك وهو أحد المنتجات النهائية وان الإنزيمات betalain–oxidase يمكن وصفها في جنس .Amaranthus spp واستخلاص البيتالايين يمكن السيطرة عليها

لتجنب الهدم، إنتاج البيتالايين يكون معقد ويلاحظ مع النواتج الايضية الثانوية الأخرى وكذلك العوامل البيئية والفسيولوجية، دعم الإنبات مع L-dopa أو kinetin بالإضافة الى التعرض خفيف يستحدث زيادة معنوية في إنتاج بيتالايين وان حامض البيتالاميك الحر الذي يغيب في النباتات الذي تنتج فقط بيتاسيانين الذي يكشف عنه في النباتات المنتجة لبيتا زانثين الذي تقترح آلية تنظيم خلال التخليق الحيوي وان تظهر بأنه في النباتات الذي تنتج بيتاسيانيننات، فأن التخليق الحيوي لحامض بيتالاميك ودوبا حلقي يكون منسق مع التكثيف مع إيقاف تجمع حامض بيتالاميك، هناك أربعة أنواع من نوع جينوب تم عزلها من خطوط الخلايا في البنجر الأحمر الذي ينتج بيتالاينات وان بيتا زانثين وبيتاسيانين تظهر حدوث عدد محدود من الحالات المختلفة والثابتة وان مدى الألوان يمكن ملاحظته في خطوط الخلايا بواسطة تحوير دنا مثل الناقلات الموقعية، الترجمة، التحويل، الهدم والاندماج الذي تنتج في إعادة موقع الجينات في نفس أو الكر وموسومات الأخرى وان تخليق البيتالايين يزدوج الى الشكل الخلوي ومع زراعة المعلقات من جنس P.americana وان مثبطات الانقسام الخلوي يستحدث تجمع بيتاسيانانات كنتيجة لفقد تخليق دنا أو لان دورة الخلية يمكن إيقافها، معظم العمل على التخليق الحيوي للبيتالايين الذي له علاقة الى تنقية الإنزيمات وان الأنشطة الإنزيمية تتضمن في إضافة كلايكوسيل وهدم البيتالاينات المعزولة إلا أن المعلومات الحيوية الجزيئية تكون نادرة وان اثنين من دنا الحلقية تشفر إنزيم متعدد فينول اوكسيديز المعزول من P.americana الذي تنتج بيتالاينات وان إنتاج بيتالايين ينظم في مستويات الاستنساخ لان المستويات الحقيقية من رنا ألرسولي تكون ملاحظة فقط في إنضاج الفواكه الحاوية بيتالايين من جنس A.muscaria الذي تأتي بجين dodA الذي يشفر إنزيم دوبا اوكسيجينيز ولتحويل تويجات من P.grandiflora لإنتاج صبغة muscaflavin وان بيتالايين لا تكون شائعة في النباتات وفي مختصر يكون من الضروري لتطوير أكثر في البحوث ودراسة التخليق الحيوي وتنظيم البيتالاينات إنتاج البيتالايين محدد لرتبة Caryophyllales فقط لاثنين من العوائل الذي تملك انثوسيانانات بدلا من بيتالاينات وان عائلة Caryophylleles و Molluginaceae الذي تقترح الاختلافات المبكرة لهذه الرتبة الى مجاميع مع أنواع مختلفة من الصبغات وان الرتبة Centrospermae الذي تتضمن Cataceae الذي تكون معكوسة للعوائل الحاوية بيتالايين وان البيتالاينات

والانثوسانانات تملك تراكيب بنائية مختلفة جدا واستعمالها يكون Taxonomic markers وظهور البيتالاينات في الفطريات الراقية لاعلاقة له الى نباتات التزهير، توجد البيتالاينات في الأزهار أو الفواكه والذي تلعب دوراً مهماً في الحشرات أو الطيور في عملية التلقيح وفي انتشار البذور بواسطة الحيوانات وظهورها في التراكيب البنائية الأخرى مثل الأوراق، السيقان والجذور وهي غير سهلة التفسير وان تجمع البيتالايينانات في البنجر الأحمر لا علاقة له الى خزن الكربوهيدرات كاستجابة وظيفية تحت ظروف الشد وان بيتالاينات تعمل كآليات دفاعية لأنها تتجمع عندما يتم أذى الأنسجة وان ظهورها يحدث في ارتباط مع البروتينات المضادة للفطريات في بعض النباتات وان البيتالايين و vulgaxanthin هي مثبطات فعالة لحامض indoleacetic اوكسيديز وان التأثير المثبط هذا الإنزيم على استطالة جذور الحنطة يعاكس البيتالايين وان البيتالاينات محورة التأثير وعمليات الايض المتضمنة auxins.

الفصل التاسع

قياس وتحليل اللون

قياس وتحليل اللون

الإدراك والتقييم الحسي للون: لون المنتج عامل حسي مرئي له تأثير على انتخاب المستهلك والاختيار يعتمد على صفات المظهر الناتجة في تكون المظهر الذي يمكن السيطرة علية بواسطة العديد من المكونات الغذائية للمظهر ويؤثر اللون على انتخاب الإصباغ وان اللون والشكل لها تأثير على انتخاب القماش إلا أن المظهر الكلي والإدراك الحسي من العوامل المهمة في انتخاب الغذاء.

عملية نقل المعلومات: منظر الغذاء ومظهره الكلي يولد التوقعات الذي تؤثر على المنتج ومن التوقعات هي التعريف المرئي، تقيم الأمان، تقييم الطعم، تقييم النسجة وتقييم القناعة وان المظهر الكلي للسعلة الغذائية في العديد من الطرق هي:

1. **تخبرنا حول الغذاء نفسه:** المظهر الكلي للغذاء يخبرنا حول الغذاء نفسه، اللون، الحجم والنسجة السطحية تخبرنا على أن اللون هو برتقالي كما تخبرنا فيما إذا يكون ناضج، طبيعي ولربما عصيري ولا يدور في مركز وجيد للأكل وان المظهر يخبرنا بان البرتقالي صحي وان يكون مضاد للأكسدة ومثير للجذور ويلعب دوراً مهماً في النظام الوعائي القلبي أي أن تلك التوقعات تكون موجبة، كما توجد هناك توقعات سالبة أيضا، اللون غير المنتظم ناتج عن سطح غير نظيف يخبرنا بأنه معامل مع قاتل الإعشاب herbicides وان الفاكهة بالإضافة الى أيدينا يجب غسلها قبل تناولها ومن ملاحظة الجلد يكون مغطى بالشمع المطبق بعد الجني لمنع فقد الرطوبة لذلك يجب تقشيرها قبل الاستعمال لغرض الطبخ وان المظهر الكلي يجعلها قادرة للتعرف على الغذاء ويساعد في التعرف عليها وعلى نوعيتها.
2. **تأثيرات حول صفات الأغذية الاخرى:** المظهر الكلي للتوقعات تخبرنا بأن الصفات للأغذية الملونة فأن عصير البرتقال الطازج يملك نفس الصفات الصحية للبرتقال الأصلي إلا أن المنتجات الملونة بالبرتقال تحتوي ماء مضاف، سكر و5% عصير برتقال وهناك طرق مختلفة لدراسة وفهم تكوين صور المظهر والتوقعات لمدى واسع من الصفات وهي تتضمن المنتج، التعبئة وضعها في المجمدة أو الشحن وتصميم المطعم والسوق أي تعتمد على التصميم، التطوير والتصنيع لخلق

المكونات الحسية ويمكن تلخيص الصفات الفيزياوية كالفراغ spatial (صفات الإبعاد)، الطيف (صفات تعتمد على الطول ألموجي للضوء المنعكس أو المنبعث)، قياس الضوء (صفات تعتمد على زاوية الإشعاع والرؤية)، عالمي (صفات تعتمد على الحركة والوقت) وعند فحص الغذاء تحت الإضاءة والتعرف علية ينتج نوعين من الإدراك الحسي هما الإدراك الأساسي وهو الحجم، الشكل، النسجة السطحية، اللون، الشفافية، المعان النمط، الانتظامية والتجانس، بينما الإدراك الحسي المشتق المتكون من خلال إعادة تجربة تناول الغذاء والمكونة من التوقعات المرئية الذي لها تأثير على المظهر، ويمكن الربط مع الإدراك الحسي الأساسي من خلال الصفات الخاصة للآليات المرئية وان نموذج المظهر الكلي يتضمن اعتبار تصورات المظهر الذي يمكن قياسها.

المظهر الكلي: المشهد للمظهر الكلي مكون من صور مرئية وهذه الصور يمكن السيطرة عليها بواسطة المتغيرات الذي تعتمد على المنظر والمتغير المعتمدة على المشهد والمتغيرات المعتمدة على المنظر مكونه من خواص مرئية فردية المنظر بينما المتغيرات المعتمدة على المشهد مكونة من الصفات الفيزياوية لمكونات المادة وصفاتها المرتبطة مع طريقة وضعها معا وإنارة المشهد من الضوء والظل للتعرف على الحجم والنسجة للمشهد.

العوامل البيئية: العوامل البيئية الذي تؤثر على المظهر الكلي هي الجغرافية، الفصل، الطقس، الموقع الفيزياوي والاجتماعي كالازدحام، الحالة الطبية والشهية والتسوق، التعبئة والترتيب وطريقة الشراء ولون المخزون ونظافته وسهولة الحصول عليه.

قياس مظهر لون الغذاء: يخفت اللون من أكسدة الصبغة في اللحوم الطازجة وتأثير الإضاءة على المظهر لعصير البرتقال والتأثيرات على القهوة والحليب على مظهر القهوة وقياس الحبوب بواسطة السحق لحجم الجزيئات المعروفة لدراسة المشاكل المتعلقة بقياس مظهر اللون، وتأثير الإضاءة على قيم اللون المحسوبة لأنواع مختلفة من طيف الأغذية.

1. **اللحوم الطازجة:** يتعرض سطح قطعه اللحم الطازجة للأوكسجين مما يكون احمر براق عند التعرض الى الهواء من صبغة الهيم الحديدوزي الشاحب وهو myoglobin الى المعقد التساهمي oxymyoglobin، الأحمر الذي يتأكسد الى لون اخضر مسمر هو metmyoglobin خلال التبريد والذي يتأثر بواسطة كثافة الإضاءة ودرجة الحرارة، تخفيف 20% من سطح oxymyoglobin مع metmyoglobin يسبب رفض اللحوم عند البيع بسبب خفوت اللون، التغيرات في الطيف الانعكاسي للعينة المحفوظة في غشاء نفاذ للأوكسجين والمعرض للضوء بدرجة اقل من 5م لمدة أكثر من أسبوع ونتيجة لأكسدة الصبغة هناك زيادة في الانعكاس في المنطقة الخضراء للطيف بسبب انخفاض امتصاص حزمة ألفا وبيتا مما يصاحب ذلك فقد في الانعكاسية في المنطقة الحمراء مع تطور امتصاص حزمة metmyoglobin بطول موجي 630 نانوميتر، التغيرات في اللون بسبب فقد قليل في الإضاءة بصاحبة تغيرات كبيرة في اتجاه الأصفر مع فقد في الطيف مما يصبح اللحم أكثر عتمة ورمادية والتغير في الاتجاه الى الأصفر مع خفض في قيمة الطيف ويتأثر مظهر اللحم بواسطة الصفات الذي تجعل المصباح المستعمل يلعب دوراً كبيراً، بعض المصابيح الومضة تلعب دوراً مهماً في لون اللحم الذي تزيد الانبعاثات الأحمر الذي يديم لون oxymyoglobin والذي يتحول في المراحل المبكرة في تطور metmyoglobin من الأسمر الى جهة الأحمر وهذا التأثير لتطور اللون الأحمر على لون اللحم يغير اللون الأسمر الى الأكثر احمرار ويستعمل جهاز قياس الطيف لقياس اللون وان التغيرات المقدرة في لون اللحم تعزى الى اضاءات مختلفة بعد 1-4 أيام تعرض للإضاءة وتأثير نوعية الضوء على الإضاءة مثل تفاوت اللون hue وصفاء اللون chroma والتغيرات في اللون المنتج بواسطة الفروقات في اللون الذي تجعل اكثر من بين المصابيح هي المتكافئة الذي يحدث بعد 4 أيام.

2. **عصير البرتقال:** من الصعب قياس المعلق غير الشفاف بسبب انتشار الضوء في العينة وتأثيرات الهندسة الضوئية على اللون والامتصاص ومعاملات التشتت لعصير البرتقال وتأثير التخفيف الى 4 إضعاف على عصير البرتقال المركز على طيف الانعكاسية عندما يكون سمك العينة 4 سم في قنينة زجاجية من متعدد الستارين.

3. القهوة: القهوة في الكوب تعطي لون اسود ويمكن تنظيم اللون للقهوة بإضافة الحليب أو القشطة والعتمة بسبب ارتباط الحليب والقهوة كدليل للمذاق ويعزى المظهر للحليب في القهوة الى كثافة اللون والناثر على قوة القهوة ويمكن خلط الصبغات في معلق تشتت الضوء المستعمل كأساس لتكوين اللون في الإصباغ والصناعات البلاستيكية والنسيجية والعلاقة بين تركيز الصبغة الى درجة تشتت الضوء وإمكانية إنتاج مستويات متكافئة من الضوء المرئي الى 5 إضعاف من الحليب الملون البرا ويكون اللون اسمر فأنه لا الضوء، صفاء اللون ولا تفاوت اللون من التراكيز المختلفة من المكونات المتوقعة أن تغير لون المشروب في الكوب وان نسبة تركيز الصبغة الى درجة تشتت الضوء تبقى ثابتة وان المشروب لا يصبح شبه شفاف وان المظهر القشطي وتركيز القهوة له علاقة الى نسبة تركيز الصبغة الى درجة تشتت الضوء وهناك علاقة بين مظهر القهوة في مدى قيم ثابتة من تركيز الصبغة الى درجة تشتت الضوء الى التركيز الأساسي للقهوة وتركيز الحليب المزدوج مع التقييم الحسي لقوة المكونات في المشروب وان نوعية الوحدة للقهوة هي 2,5 غم\لتر ونوعية الوحدة للحليب هي 100 مل\لتر وان نسب الثابت مبنية على أساس مضاعفة نوعية القهوة والحليب في كل مستوى في الفروقات بين النسب بواسطة مضاعفة تركيز القهوة من النسبة السابقة وهذا يحتاج الى ثلاث مستويات من الحليب هي 100، 200 و400 مل\ لتر وخمس مستويات من القهوة هي 2,5، 5، 10، 20 و40 غم\لتر حيث تكون نسبة القهوة الى الحليب هي 1: 1، 2: 1 و4: 1 فأن 2,5 غم\لتر من القهوة المجففة يساوي الى ملعقة شاي واحدة وهي الكمية المثالية المستعملة في تحضير كوب من القهوة.

4. الحبوب: زيادة المساحة السطحية مع انخفاض حجم الجزيئات يشتت الضوء أكثر من الضوء وعندما يكون الحجم اقل من 0,5 ملم يكون أكثر إضاءة وأكثر اصفرار.

تحسين الصبغات الطبيعية بواسطة التحوير الوراثي للنباتات الحقلية

الهندسة الوراثية للنبات تلعب دوراً مهماً في تطور الصبغات خلال العقود الأخيرة الذي تسمح لتحوير التعبير عن الجينات بعد معرفة DNA في الجينوم النباتي وأهمية استخدام DNA في التعبيرnovel activity وهي القوى الموجودة في واحد أو ممكن أن يوقف التعبير الجيني الطبيعي في النباتات المحولة وهناك اثنان من المتطلبات للمضاربة الوراثية للنباتات وطريقة التحويل والتوليد للأجناس النباتية ولانتخابDNA هناك بعض المعلومات الأساسية حول دورها وتخليقها وتنظيمها وان التحويل الوراثي الكافي لتطور الأجناس المعطاة وفقد المعلومات حول تلك الظواهر لتحديد تطبيق عدد الهندسة الوراثية للنبات، اللون في الفواكه وفي الإزهار أو الأعضاء الاخرى من النبات يمكن تقديرها بواسطة العديد من المركبات الذي تمتص الضوء المرئي ومن بين تلك هناك 3 مجاميع معروفة هي الفلافونويدات، الكاروتينويدات والبيتالاينات الذي تعزى الى لون الفاكهة وهناك تقدم في دراسة مسالك الخليق الحيوي وهناك العديد من الجينات الذي تتضمن المعزولة في عدد من النماذج النباتية وتنظيمها المعروف وان التحوير الوراثي للنباتات لتحسين لون الفاكهة مقارنة الى المواضيع الأخرى في التقنيات الحياتية للنباتات مثل الدفاع عن الإمراض أو التحمل لقاتل الإعشاب، تطور المحاصيل مع درجة عالية من تقنيات التحسين العرضي المنتخب وان الصفات الجنسية بين الخطين المتوازيين لتبادل المواد الوراثية الذي تنعكس في وراثة الجينات والصفات بين الأفراد، وكذلك تطور تلك التقنيات مهم للتغير المباشر في النباتات والتبادل في الجينات المختلفة بين الأفراد فأن الجينات ونقل الجينات تعطي اسم transgenic plant الذي تسمى الأعضاء المحورة وراثيا أي أن نقل الجينات الى البروتين الذي تتضمن خطوة فسيولوجية أو ايضية لتحوير النباتات المنقولة وراثيا ومن المتطلبات الأساسية لتلك التقنيات هي التعرف عليها وعزها للجين المسئول عن التغير في النباتات المنقولة وراثيا، يعزى اللون الى تفاوت اللون، الإضاءة والإشباع، فأن التفاوت في اللون هو الكمية الذي يمكن التعرف عليها مع اسم اللون مثل الأحمر، الأخضر والأزرق بينما الإضاءة هي تعبير له علاقة الى ظاهرة الإضاءة والظلام بواسطة اللون كمصدر للإضاءة المنعكسة والإضاءة هي انعكاس الضوء بواسطة السطح في المقارنة الى السطح الأبيض تحت نفس الظروف من الإضاءة

والتعبير الذي له علاقة هو اللمعان brightness إلا أن هذا يستعمل للإضاءة الكلية من المصدر المضيء أو المنعكس من السطح وان الإضاءة والبريق تكون مجموعة يعبر عنها قيمة وان الإضاءة والقيمة تستعمل في التغير بينما الإشباع هو الوضوحية أو النقاوة للون وهي كثافة تفاوت اللون بالمقارنة الى البريق وان اللون المشبع يظهر وضوح وبريق إلا أن اللون غير المشبع يظهر شاحب وطيني أو معتم وان تفاوت اللون والإشباع هي صفات رئيسية للونية chromaticity وان العالم الحقيقي يتكون من خليط من الألوان والإشباع هو اللون الذي يعزى وصف التباينات في اللون، والطريقة الشائعة لتقييم اللون بواسطة الفحص العيني المرئي وان تقييم اللون يعتمد على الذي ينجز القياسات ويستعمل جهاز قياس اللون Lovibond الذي يراقب العينة باستعمال اللون الأزرق، الأحمر والأصفر ويستعمل الجهاز في قياس اللون لمحاليل الزيت والسكر، البيرة والمواد العاكسة للضوء مثل oleomargarine أو رسم مناطق الألوان المختلفة على قطعة دائرية من الورق كما هو الحال في قرص Maxwell disk حيث تدور الورقة وان اللون الذي يحصل علية ناتج من الخليط المضاف من الألوان المنتخبة وهذا النظام يستعمل لتوليد تدريجات الذي يمكن ان تكون مضاعفة بواسطة مواد قياسية وان تنسيق اللونية هو تفاوت اللون، القيم وصفاء اللون وان صفاء اللون chroma هو اللون الذي يعزى الى وصف المدى الذي إليه اللون عدا الأبيض، الرمادي أو الأسود يختلف عن الرمادي من نفس القيمة وجد Munsell ان كل عدد يأخذ قيمة من 1 - 10 وان أسماء تفاوت اللون العشرة هي الأحمر R، الأصفر Y، الأخضر G، الأزرق B، الشاحب P، احمر - اصفر RY، اخضر - اصفر YG، اخضر - ازرق GB، ازرق - شاحب BP واحمر - شاحب PR وان القيمة وصفاء اللون تكتب بعد تصميم تفاوت اللون والذي يكون منفصل بواسطة خط مشخص وان نظام Munsell يظهر كثافة عالية وملاحظات مختلفة يحصل عليها من نفس التقييم تحت نفس الظروف وان ملاحظة اللون في هذا النظام لا يكون محدود بواسطة العينات وان كل مساحة من التطبيق تضاف أكثر عينة والإضافة تكون لها علاقة مع العينات المقيمة وهذه الخواص تعزى الى تطبيقات واسعة من هذا النظام ومن الأنظمة الأخرى لتقييم المقترح هو نظام اللون الطبيعي ونظام chroma cosmos 5000.

1. **أجهزة قياس اللون:** الطريقة غير كافية للحصول على نفس الأعداد كل وقت وهي أساسية لقابلية الملاحظة البشرية للنظر في العينة في أي نوع مسؤول من الضوء وان ظواهر المظهر لوصف بسيط للون وأكثر من تفاوت اللون والإضاءة والإشباع وان تقييم اللون يسبب ثلاث متغيرات هي مصدر الإضاءة، المادة وان التباين المختلف المستعمل في طريقة الجهاز هي مصدر الضوء وهي الضوء غير المتغير المستعمل في فحص العين المرئية وثلاثة اضوية ملونه المستعملة في قياسات الألوان والضوء الأحادي اللون وظيفة جهاز قياس اللون مبني على أساس في جهاز colorimetry الذي يكون قياس اللون مع جهاز كهر وضوئي باستعمال ثلاث أو أربعة اضوية ملونة أو الطرق الطيفية المستعملة الضوء أحادي اللون لإضاءة المادة وان الانعكاس الطيفي للمادة أو الانبعاث يقاس في كل طول موجي في الطيف المرئي وكل تلك القيم هي جزء من منحني انعكاس المادة وهذا المنحني يملك كل المعلومات اللازمة لحساب اللون من العينة لأي مصدر وملاحظ وهذه المعلومات تستعمل لتوليد اعداد وصف اللون مثل تنسيق الألوان وان أنابيب تكبير الضوء وsilicon photodiode، العناصر الأساسية وفي أجهزة قياس الألوان والطيف هي كواشف ضوئية مهمة بدلا من العين وهذه الأجهزة لا تكون بديلة عن العين والرؤية إلا إنها مفيدة للعين وان تقييم اللون مبني على أساس مولدات اللون الثلاثي وهذا التوليد يفسر قوانين تجريبية لمراقبة اللون وخاصة الحالات الذي تستعمل على مدى واسع من الظروف الملاحظة والعديد من الألوان يمكن مراقبتها كليا بواسطة خليط مضاف في كمية مناسبة من 3 ألوان أولية مثبتة والألوان الأولية هي تلك الألوان الذي لا يستطيع الحصول عليها بواسطة الخليط المضاف من نوعين مثل اللون الأحمر والأخضر أو اللون الاحمرؤ والأزرق لا يمكن الحصول عليها بواسطة خلط الأخضر والأزرق وهناك ثلاث تنسيق كافية لوصف تفاوت اللون، الإضاءة وصفاء اللون مبنية على أساس أن منحنيات الانعكاس أو الانبعاث تجهز وصف جيد للون وأي من تلك المنحنيات تستعمل لتوليد 3 اعداد كواصفات للون هي تنسيق الألوان والعلاقة بين اللون وتنسيق الألوان الذي تعتمد على تعقيد الحسابات.
2. **نظام CIE:** طور هذا النظام بواسطة هيئات عالمية لتقييم مصدر الضوء، البماتدة والملاحظ وان مصدر الضوء هو CIE A, CIE B, CIE c.

المصدر A: هو مصباح تنكستون بدرجة حرارة 2854 K.

المصدر B: هو مصدر A مرتبط مع خليتين من مرشح سائل – Davis Gibson وان توزيع طاقة الطيف النسبية للمصدر B هي قريبة من شدة إضاءة الشمس ظهرا وعلاقتها بدرجة الحرارة قريبة من 4870 K وان تركيب الخلية -1 هو 2.5 غم من كبريتات النحاس، 2,5 غم من mannite، 30 مل من البيريدين و1000 مل ماء مقطر بينما التركيب الكيماوي للخلية -2 هي 21,7 غم من وكبريتات الامونيوم الكوبالت، 16,1 غم من كبريتات النحاس و10 مل من حامض الكبريتيك ذو كثافة 1,835 و1000 مل ماء مقطر.

المصدرC: هو المصدر A مرتبط مع خليتين من مرشح سائل – Davis Gibson وان التوزيع الطيفي تقريبا أقوى من ضوء السماء والذي له علاقة مع درجة الحرارة 6740 K، التركيب الكيماوي للخلية -1 كما في المصدر B إلا أن يستعمل 3,4 غم من كبريتات النحاس و3.4 غم من mannite بينما التركيب الكيماوي للخلية -2 كما في المصدر B إلا انه يستعمل 30.6 غم من كبريتات الامونيوم الكوبالت و22.5 غم من كبريتات النحاس.

الهدف الرئيسي من هذا النظام هو الحصول على نتائج لونية نافذة للأشخاص مع رؤية لون طبيعية والملاحظ القياسي هو عنصر من البشر مع رؤية لونية اعتيادية الذي تولد 3 تنسيقات الذي تراقب اللون المقابل وان الملاحظ القياسي يقيم اللون المنتج على الحاجز الأبيض وان الحاجز يكون مضاء بواسطة الضوء من واحد أو أكثر من 3 مصابيح لتعطي ضوء من 3 ألوان مختلفة الذي تكون الألوان الأولية الأحمر، الأخضر والأزرق وان كثافة اللون تنظم بواسطة الملاحظ للحصول على خليط من الألوان الثلاثة الذي تراقب مصباح الاختبار من اللون المرغوب وهذه المصابيح الثلاثة تتميز بواسطة عدم اعتماد وظائف الأطول الموجية أي وظائف مراقبة اللون وان منطقة الشبكية هي الأكثر حدة للكشف عن اللون Fovea ويمكن انجاز الحسابات الرياضية لقياس لون المادة كالآتي:

أ. القوة النسبية P للمصدر الضوئي يضرب بواسطة كل وظيفة مراقبة اللون وان الطول ألموجي بواسطة الطول ألموجي للحصول على عوامل الوزن وان القيم يمكن حسابها في كل قيمة طول موجي مرئية ومنحني واحد يمكن الحصول علية لكل عامل وزن.

ب. القيم المتحصل عليها لكل منحني ناتجة عن الضرب بواسطة كل قيمة انعكاس للمادة المقيمة أي الطول ألموجي بواسطة الطول ألموجي للحصول على القيم الذي تكون استجابات مرئية معينة والذي يمكن حسابها في كل قيمة معينة مرئية وهناك 3 منحنيات يمكن الحصول عليها واحد لكل منتج.

ج. التقييم اللوني المرئي هو إلية إضافة الذي بواسطتها الاستجابة في كل طول موجي معين وان المساحات تحت المنحني يمكن حسابها لكل المنحنيات المتحصل عليها في الخطوة الثانية وان كل مساحة تمثل واحد من القيم الثلاثية المحفزة من المادة المقيمة.

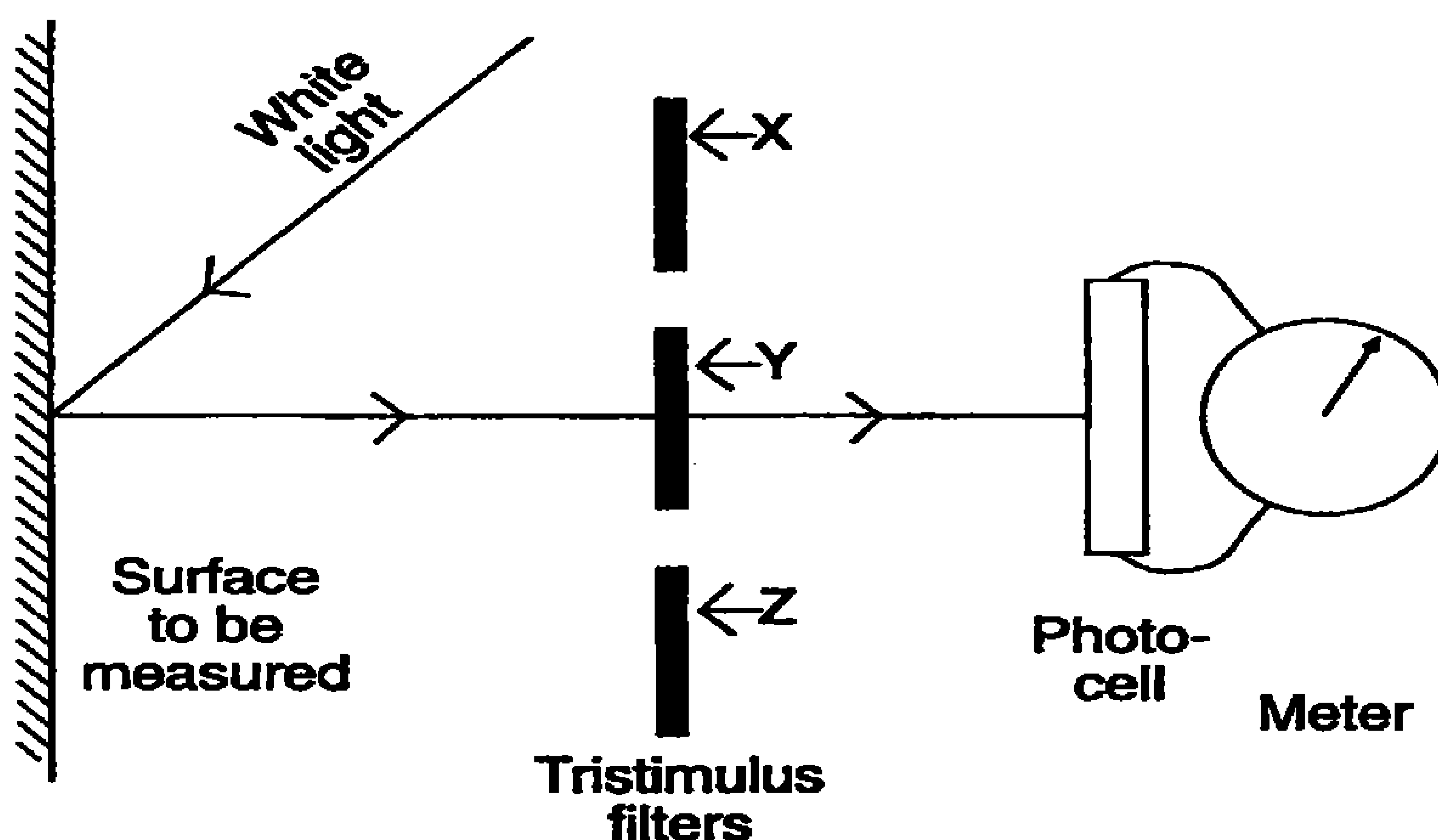
3. **أنظمة النوع المعارض opponent**: هذه الأنظمة تتولد بواسطة التحويل غير الخطي للنظام السابق وهذا التحويل الرياضي يؤدي الى فراغ اللون عالي الانتظامية وان اللون يقيم بواسطة الإضاءة للمادة مع واحد أو اثنين أو 3 مصابيح وكل واحد يعطي لون مختلف (احمر، اخضر، ازرق) وتنظيم كثافة اللون لكل مصباح ينتج خليط من الألوان وهذه الألوان تراقب مع اللون من المادة المقيمة للإشارة الى كمية كل لون أولي وان اللون المقابل يمكن الحصول علية وان النظام ثلاثي الضوء والنظام من نوع المعارض مبنية على أساس فصل اللون الثلاثي وان هذا النظام بين العين والدماغ والإشارات من مستقبلات القمع في العين هي R,G, B والذي تصبح مشفرة الى إشارات ضياءL luminosity (ضوء– ظلام)، احمر –اخضر، اصفر – ازرق ولا يمكن أن يكون اللون احمر واخضر في نفس الوقت أو اصفر واخضر مع أن يمكن أن يكون اصفر واحمر كما في البرتقال أو الأحمر والأزرق كما في الأرجواني وان الأقماع للعين تحول اللون الى أربع إشارات هي الأحمر، الأخضر، الأصفر والأزرق وعندما تتعرض العين الى الضوء فأن الدماغ يمثلها بواسطة التخفيزات المختلفة من مستقبلات الأقماع R,G,B وان الضياء يمكن ملاحظته بواسطة تأثير الإشارات المنتجة بواسطة مستقبلات الأقماع R,G الذي تكون

مسؤوله عن الألوان كالرمادي والأسود وان الإضاءة المنتجة بواسطة التحفيز المضاف لتلك المستقبلات (R + G) وهذه تعرف الآلية اللونية وان الآلية اللونية (آليات الأحمر– الأخضر والأصفر– الأزرق) تنظم المظهر اللوني وان تلك لا تكون الباب مضافة وان خليط بعض الألوان ينتج ألوان مختلفة نوعيا (الأحمر+ الأخضر يساوي الأصفر) أو إلغاء اللون (الأصفر+ الأزرق يساوي الأبيض) وان الاستجابة، الحمراء–الخضراء تعتمد على التحفيز النسبي الى R في المقارنة الى الأقماع G الذي تمثل R-G في حين أن القمع B لا يساهم وان الاستجابة الصفراء – الزرقاء تتضمن 3 مستقبلات أقماع والذي تمثل(R+G)– R عندما القمعB والآلية اللونية (R+G) متساوية التحفيز وان تفاوت اللون المعين لا يلاحظ وان الألوان يمكن الحصول عليها هي الأبيض، الرمادي أو الأسود، وبعد تحفيز الرؤية فأن الإشارات المعارضة ترسل الى الدماغ من الملاحظ وهي إشارات براقة (الآلية اللا لونية) واثنان من الإشارات المتفاوتة اللون (الآلية اللونية) وان الإشارات البراقة تتمثل بواسطة الإضاءة أو اللون L الذي يأخذ قيمة في مدى صفر الى 100 حيث أن الصفر يكون اسود و100 منتج بواسطة الأبيض تماما وواحد من إشارات تفاوت اللون يصف الاحمرار أو الاخضرار وهو يستطيع أن يمثل عدد الإشارة والذي يطلق عليه a القيمة a الموجبة تمثل الأحمر بينما القيمة السالبة تمثل الأخضر وبنفس الطريقة فأن تفاوت اللون يوصف الاصفرار أو الازرقاق والذي يمكن تمثيلها بواسطة b القيمة الموجبة الأصفر والسالبة هي الأزرق وهذه الطريقة من تقييم اللون يرمز لها نظام CIE L a, b 1091 وهو يمثل قيمة الجذر التكعيبي في حسابات L والذي أوصي به عام 1976 وألان يعرف 1976 CIE L, a ,b.

أساس قياس اللون: يتضمن قياس اللون قياس تركيز الصبغات الموجودة ويمكن تصنيف قياسي اللون تحت إما طيف الامتصاص absorption spectroscopy أو طيف الانعكاس reflectance spectroscopy في طول موجي لأقصى امتصاص وان اللون يكون مركب الطاقة المنعكسة من المادة فوق الطيف المرئي وليست من طول موجي منفرد والتخصص يمكن فقط أن ينجز بواسطة مقارنة الى لون مشابه في اللون الصوري الصلب إما بواسطة استعمال visual colorimeter أو

بواسطة تحويل الطاقة من دخول الطيف المرئي عن طريق المرشحات أو النماذج الرياضية الى معلومات الذي يمكن تكبيرها في تعبير الإدراك الحسي المرئي، تخصص اللون بواسطة مقارنة مرئية أو visual colorimeter الشائع في بعض دول العالم إلا أن السرعة يمكن استبدالها بواسطة طيف الانعكاس reflectance spectrophotometers أو tristimulus وهذا ليس صعبا لفهم فيما إذا المشكلة لذاكرة اللون يمكن تحكيمها أو فشلها وان الفروقات الفيزياوية بين الإفراد وفي الإفراد عند إي يوم معين أو مع العمر فأن أنظمة اللون المرئي يمكن تأثيرها في بعض التطبيقات وان المقارنة تكون مع مواد صلبة ملونة مرئية ثابتة والذي يمكن تصنيفها الى أربع مجاميع هي التجمعات العشوائية، أنظمة الخليط للمادة الملونة، أنظمة خلط الألوان وأنظمة المظهر الملون، الثلاثة الأولى تتعامل مع الألوان في المادة غير المنتظمة بينما الأخير مبني على أساس اللون الصلب وكل لون مرئيا بالنسبة للأخر المجاور له، visual colorimeters تتميز عن الأنظمة الاخرى من مقصورات اللون الذي تستفيد من قانون بير – لامبرت وهو ينتج لون مبني على أساس إضافة أو طرح الضوء الملون الذي يمكن مراقبته مع اللون الخاص بينما في additivecolorimeters الذي فيه اللون المنتج بواسطة إضافة 3 اضوية أولية وهي الأحمر، الأخضر والأزرق بينما في subtractive colorimeters فأن اللون النهائي ينجز بواسطة طرح منتخب للضوء من الضوء الأبيض بواسطة 3 مرشحات هي الأحمر، الأصفر والأزرق وعندما كل المرشحات الثلاثة تكون مستعملة فأن اللون الناتج يكون مظلم أو داكن أو اسود وان قياسات اللون في الاجهوة تطبق مرشحات أو نماذج رياضية لتحفيز الاستجابة الى العين والذي تجمع وتقيس الطاقة من العينة المنعكسة عبر دخول منطقة الطيف المرئي وكلا من تلك المرشحات والنماذج الرياضية تعتمد على منحني قياسي الذي يعرف كمية من اللون الأولي الأحمر، الأخضر والأزرق اللازمة لمراقبة سلسلة من الألوان عبر منطقة الطيف المرئي وان المرشحات يمكن استخدامها لتحفيز تلك المنحنيات أو الذي تستعمل لتحوير رياضي للطيف المنعكس والذي يماثل كيف يمكن رؤية العين للألوان، والصفات الأساسية للجهاز tristimulus colorimerter (الشكل – 5) الذي يستعمل اليوم والذي يعكس الضوء في زاوية 45 درجة من مصدر الاضائة (الانعكاس المنتشر) المحور بواسطة كل من 3 مرشحات قبل القياس وهذا التحوير ينتج 3 قراءات لكل عينة الذي تقع وتخصص

اللون في فراغ ثلاثي الإبعاد وعندما يستعمل طيف الانعكاس فأن الانعكاس الذي يحصل عليه من كل منحني قياسي فأن المساحة تحت كل منحني يمكن حسابها عن طريق برنامج مجهز مع الجهاز وان معظم المواد الصلبة يمكن تعريفها وهذا الجهاز يوصي بنظام قياسي لقياس قيم tristimulus وهي Y,Z و Z,Y الذي تمثل الذي تمثل الضوء والظلام بينما تناسق اللونية y,x و z محسوبة من قيم tristimulus كأجزاء من الكل وتمثل مثلث في مستوى اللون وقياس اللون يفيد في مناقشة الأساس في اللون الذي يعتمد على نوع وعدد الصبغات الموجودة وكمية التشتت المجهز بواسطة الوسط الغذائي وان كلا من تلك العوامل تكون أساسية في قياس اللون فيما إذا كان غذاء أو مشروب المراد قياسه Munk الذي تقيس اللون.



الشكل (5) الصفات الأساسية لجهاز tristimulus colorimerter

ويتضمن القياس غذاء معتم أو شفاف كليا فأن جهاز قياس اللون إما أن ينعكس أو منبعث الضوء وهناك العديد من الأغذية الذي لا تناسب هذا النوع من الأجهزة، فأن عصير البرتقال الذي يملك 40 من 100 نقطة يقع الى اللون في التدريج الذي يكون الغذاء نصف شفاف مع مكونات الامتصاص والتشتت ويمكن استعمال جهاز citrus colorimeter الذي يتعرف على مكونات البرتقال أو الحمضيات فأن المعلومات الذي يحصل عليها من المنتجات الحامضية تظهر بأن وظيفة A/Y هاعلاقة جيدة مع تقييم اللون المرئي وان A هو مرشح اصفر ضارب الى الحمرة amber لقياس الامتصاص K وان Y تمثل Y CIE الذي تقيس الضوء أو الظلام وهي وظيفة

التشتت وان نسبة A/Y مثل قياس K/S الذي تكون طبقا الى نظرية Kubelka-
وان النتيجة النهائية للون هي Citrus Red (RC)

$$RC=200\ (A/Y) - 1$$

وعند غياب التشتت فأن المشكلة توجد في قياس اللون مثل حدوث عصير ملون داكن جدا مثل عصير العنب فالمشكلة مع العينة الداكنة حيث تكون القراءة تحت بعض مستويات الضوء، أي أن اللون يمكن أن يستعمل للتعرف على نوعية المتغيرات بدلا من المظهر وفي بعض الحالات تستعمل لدليل لمحتوى الصبغة أو كدليل لدرجة عمليات التصنيع او كدليل للإنضاج والنضج وللنوع ولتقييم محتوى الرطوبة وللتعرف على بقايا العينة والمواد غير المرغوبة.

قياس التركيب الكيماوي للون والصبغة

مع التوافر الواسع والتطور في طرق التحليل الكروماتوكرافية HPLC,TLC والطرق الطيفية مثل الطيف المرئي– فوق البنفسجي والطرق اللونية المختلفة فأن تحليل التركيب الكيماوي للصبغات أصبح من الطرق الروتينية في السنوات الأخيرة أي أن هناك تقدم لثبات الطرق التحطيمية وغير التحطيمية لتقدير ليست فقط التركيب الكيماوي للصبغات فحسب، بل نوعية اللون كذلك ومن الأمثلة لذلك إنضاج الفلفل الأحمر الذي يعود اللون الى الكاروتينويدات الحمراء وبصورة خاصة capsanthin و capsorubin المحمر المخلقة خلال الإنضاج وان القوة التلوينية هي الصفة الرئيسية لتقدير القيمة التجارية للشطة paprika وعلاقتها المباشرة الى المحتوى الكلي في صبغات الكاروتينويدات وان جزء من محتوى الكاروتينويدات الكلية هو ارتفاع نسبة الصبغات الحمراء مقارنة الى الصفراء الذي تجعل نسبة اللون الأحمر\اللون الأصفر نسبة مثالية فأن الطرق التحليلية البسيطة، السريعة والتوافر تجعلها قادرة لتقييم سريع لنوعية المنتجات وان أهمية الطرق الاعتيادية الذي تعتمد على طريقة استخلاص الصبغات وتقيم سريع لنوعيتها وطريقة استخلاصها وصفاتها اللونية المقترحة فأن بعض الطرق تنجز القياس للون مثل الفصل الكروماتوكرافية قبل الكمي وبعض الطرق تطبق كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة أو طريقة كروماتوكرافيا الانجاز العالي وبعض

الطرق تنتج او تعطي معلومات حول التركيب الكيماوي للصبغات الفردية والمحتوى الكلي للكاروتينويدات في العينة وتسهل من حساب نسبة الصبغات، الطرق الطيفية السريعة المتطورة لتقدير تركيز الصبغات الصفراء والحمراء ومحتوى الكاروتينويدات الكلية الذي تستعمل كمعامل النوعية وهذه الطرق تعرف أجزاء الصبغات وتسمح لتقدير نسبة الصبغة الحمراء\الصفراء ومحتوى الكاروتينويدات الكلية، في حالة الزيتون فأن نسبة الكلوروفيل الى الكاروتينويدات تستخدم لتميز الأصناف وتثبيت مرحلة الإنضاج للفاكهة وان القيمة الاعتيادية لتلك النسبة في الزيتون هي 3- 3,5 بينما في زيتون virgin والمستخلصة من تلك الفواكه هي أخذ نسبة القيمة تساوي 1 بسبب الاستخلاص للكاروتينويدات مقابل الكلوروفيلات وان التركيب الكيماوي النسبي لبعض الكاروتينويدات مثل الليوتين violaxanthin، بيتا كاروتين المستعملة لتميز الأنواع الفردية من زيت زيتون virgin وان استخدام كروماتوكرافيا الانجاز العالي لتقييم وتقدير المنطقة الجغرافية وغش عصير البرتقال مع مستخلص الشطة وعصير اليوسفي tangerine، أدلة الألوان الاخرى المستعملة لقياس مرحلة النضج في الفواكه فأن الفلفل الأحمر مرة ثانية هو مثال جيد هذه الحالة وهو جزء من نسب الصبغات مثل الحمراء\الصفراء واسترة الزانثوفيل المقاس خلال إنضاج العديد من الفواكه مثل البرتقال، الفلفل الأحمر، التفاح والخوخ والتجمع التدريجي للكلوروفيلات الكلية المصاحبة بواسطة الزيادة المستمرة في أسترات الزانثوفيلات في بعض الحالات لغاية 60 – 75% من الزانثوفيلات الكلية، هناك حاجة أساسية لمرحلة النضج المنتظمة لضمان نوعية المنتج والأخذ في سعة التخليق الحيوي للفواكه ويستعمل الفلفل الأحمر لإنتاج الشطة وان عمليات أسترة الزانثوفيلات للربط مع والسيطرة على عمليات الإنضاج وتصل الموازنة بين أسترة أجزاء الكلوروفيلات (الحرة، المؤسترة جزئيا أو المؤسترة كليا) مع قيم25، 30 و45% على التوالي ويمكن الحفظ الجيد بين الأنواع ويستعمل معامل النضج للفلفل ويستعمل هذا المعامل لضمان الانتظامية في مرحلة الإنضاج للفاكهة وأخذ أقصى محاسن لسعة تخليق الكاروتينات مع تأثير مباشر على نوعية المنتجات المصنعة مثل الشطة والراتنج الزيتي oleoresins، يحصل تغير في الانثوسيانات خلال إنضاج الفاكهة ويكون الرمان غني في الانثوسيانانات وان مشتقات diglucoside هي صبغات دائمة خلال مراحل الإنضاج المبكر مثل cyaniding 3,5-diglucoside وهو الصبغة الرئيسية بينما مشتقات الكلوكوسايدات الأحادية

وبصورة خاصة cyaniding 3-glucoside تسود في المراحل الأخيرة وتوجد هناك زيادة في صبغات العصير بسبب مراحل الإنضاج المختلفة وان الصنف Mollar يحتوي انثوسيانات كلية تختلف من 5 ملغم\لتر في 26 أسبوع بعد التزهير الى 389 ملغم\لتر في 32 أسبوع عندما تنضج كليا وان اللون الأحمر لعصير الرمان يستمر بالزيادة مع طول فترة الخزن بدرجة 2- 5م، التغيرات في اللون يمكن تحليلها بواسطة أدلة مختلفة لتجنب الصعوبات في العمل مع ثلاثة قيم عددية مقابلة الى تنسيق اللون ويمكن تقدير تغيرات اللون خلال إزالة اللون الأخضر لليمون وخلال الإنضاج بعد الجني للطماطة وهي في الحقيقة معامل اضطراب disorting index بسبب وان معامل صفاء اللون الذي يسمى أيضا معامل التشبع والذي يمثل المسافة من أصل التنسيق الى chroma نقطة اللون المقدرة وان معامل زاوية تفاوت اللون تمثل حالة اللون الذي تنخفض خلال إزالة اللون الأخضر وهي 90 درجة الذي تمثل اللون الأصفر وارتفاع القيمة تشير الى الأخضر وانخفاض البرتقالي وان معامل اللون الخاص للحمضيات المقترح باسم معمل لون الحمضيات والذي يظهر علاقة عالية الى اللون وان المعامل يسمى أيضا الزيادة الكلية للون أو فروقات اللون الكلية الذي تستعمل لتقدير تغيرات اللون في الخضراوات وهي متغيرات بدون معاملات فرعية تشير الى بعض اللحظات خلال عملية تغير اللون وهذه المعاملات يمكن تطبيقها لتمثل التغيرات في اللون خلال إزالة اللون الأخضر المستمر في ليمون Eureka وعنب Henderson وبرتقال Newhall مع 5 جزء بالمليون من الاثيلين لمدة 4 أيام بدرجة 22م ورطوبة نسبية 90 – 95% يليها بواسطة الخزن بدرجة 20م ورطوبة نسبية 70 -75% لمدة 6 أو 7 أيام لتحفيز أقصى فترة تسويق وان الصفات النوعية مثل حموضة التسحيح، الأس الهيدروجيني، المواد الصلبة الكلية ومعامل النضج لا يظهر تغيرات معنوية عندما تقارن الفواكه المعاملة مع الاثيلين والسيطرة طبقا الى السلوك الاعتيادي للفاكهة من نوع non-climacteric مقابل الحمضيات، الفروقات اللونية المعنوية في Flavedo الملاحظة في البرتقال، الليمون والعنب في نهاية عملية إزالة اللون الأخضر والتغير في فترة التسويق المناسبة وان معاملات تفاوت اللون hue، صفاء اللون chroma حساسة الى انعكاس التغير في اللون الخارجي وان البرتقال هو فاكهة تتحلل بسرعة وان العنب أكثر صعوبة في التحلل وبصورة عامة يمكن ملاحظته كنتيجة لاما مهاجمة الفطريات أو الاضطرابات الفسيولوجية خلال إزالة اللون الأخضر من الحمضيات لمدة 4 أيام بدرجة

22م ورطوبة نسبية 90 – 95% و 5 جزء بالمليون اثيلين في الأنظمة المستمرة وان فقد الوزن في نهاية فترة إزالة اللون الأخضر لا تزيد عن 1% وبعد فترة التسويق 6-7 أيام بدرجة 20م ورطوبة نسبية 70- 75% في تجارب مختبريه مختلفة ذات فقد وزن يصل حوالي 3,5% في العنب و 4,5% في البرتقال و 5,5% في الليمون ومن تلك النتائج خلال إزالة اللون الأخضر لبرتقال Newhall والمعاملة مع methyl jasmonate بتركيز 3 ملغم/لتر في إزالة اللون الأخضر في الغرفة لا يبرهن فعالية تعجيل هدم صبغات الكلوروفيل.

تحليل اللون

يتألف المظهر الكلي من تركيب بنائي مرئي، نسجه سطحية اللون ونموذج اللون، اللمعان gloss وهيئة اللمعان، الشفافية وهيئة الشفافية والقابلية للقياس تجعل القياسات لتلك الصفات وسائل قيمة للبحث والإنتاج والتسويق، هناك العديد من التطبيقات لقياس المظهر الجيد في الصناعة ويمكن إجراء الفحوصات خلال الخزن وعمليات التصنيع والقياسات في الحقل، اتصالات اللون وفهم سلوك المستهلك، وهناك طرق قياسية فسيولوجية فيزياوية متوفرة يكون تخصص اللون باستعمال جهاز قياس اللون colorimetry وجهاز قياس الطيف spectrophotometry مع استعمال مواد ملونة مثل الإصباغ، البلاستيك والأنسجة تلك الأجهزة تملك تحليل فراغي منخفض low spatial resolution وتقيس معدل قيمة اللون فقط ومعظم الأغذية تتميز بواسطة عدم انتظاميتها للون وبصورة خاصة فأن أجهزة تخصص اللون التقليدي الذي تكون مناسبة للاستعمال مع المواد الغذائية والذي تكون غير مناسبة لقياسات اللون وانتظامية اللون للعديد من الأغذية، التقنيات الحديثة calibrated colour imaging analysis هي طرق متخصصة للألوان غير المنتظمة وهي تطبق لتخصصات الأخرى من المظهر الكلي، الأجهزة المثالية هي أجهزة متخصصة للون والصفات المظهرية الكلية الأخرى من المواد الملونة غير المنتظمة والشفافة المنتشرة والمنعكسة أو ذات طيف غير منتظم وثلاثية الأبعاد وهي تناسب الأغذية المصنعة الطبيعية.

الكاميرا الرقمية digital camera: تقنية تخصص المظهر الكلي للسلع الغذائية مبني على أساس الكاميرات الرقمية الذي تستطيع حجز الصور في شكل رقمي بسرعة بدون عمليات غشائية وان الصور الرقمية تعمل بسهولة ومضاعفة ومحورة أو منقولة عن طريق الشبكة، اللون متخصص بواسطة توزيع فراغي لثلاث عناصر هي مصدر الضوء، العينة والملاحظ، كل من تلك الصفات تكون معروفة بواسطة(Commission International de I Ecclairage (CIE التوزيع الفراغي عبر مدى طيف مرئي يمكن أن تكون 400 – 700 نانوميتر ويمكن التعبير عن الإشارة اللونية للكاميرا الرقمية (RGB).

$$R = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times C \times D$$

$$G = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times E \times D$$

$$R = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times F \times D$$

حيث إن A يصف توزيع قوة الطيف (spectral power distribution=SPD لمصدر إضاءة الهدف وانB هو عكس الطيف للهدف وان C,E,F تمثل الأنواع الثلاثة لمتحسس الطيف وان الإشارة اللونية المنتجة بواسطة الكاميرا الرقمية لها علاقة الى حساسية الطيف المتحسس الذي يعني إشارات R,G,B المتولدة بواسطة الكاميرا الذي تعتمد على الجهاز D وان كل الكاميرات المختلفة تملك

خواص محسسة مختلفة، وفي نظام الرؤية البشري فـأنX,Z,Y ثـلاث قـيم محفـزة يمكـن حسابها من القوة الطيفية في المعادلات التالية:

$$X = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times G \times D$$

$$Y = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times H \times D$$

$$Z = \int_{400\,nm}^{700nm} A \times B \times I \times D$$

حيث أن G، H، I تشـير الى وظيفـة مراقبـة اللـون للملاحـظ القياسـي CIE وعنـد تحفيـز اثنـان مـن الألـوان تملـك نفـس القـيم المحفـزة الثلاثـة فإنهـا تشـبه نفـس الظـروف الظاهريـة لان قـيم المحفـزات الثلاثـة هـي لا تعتمـد علـى الآلـة device independent فأن قـيم الكـاميرا الرقميـة RGB لا ترقـب قـيم CIE وXYZ لان متحسساتها لا تملك تقس حساسيات الطيف كما في الملاحظ القياسـي CIE وهـي مـا تعرف observer metamerism ولقياس الهـدف في لـونdevice independent من الكاميرا الرقمية هناك حاجة لعلاقة إشاراتcamera RGB وقيم CIE XYZ الـذي تعرف تصـوير الكـاميرا camera characterization، وان معظـم التقنيـات الشـائعة camera characterization الرقميـة مؤلفـة مـن عـرض الكـاميرا مـع سلسلة مـن ممـرات لونيـة في كـارت مثـالي قياسـي مع قـيم XYZ معلومـة وتسـجيل إشارات RGB لكل ممر والكارتات المثالية المسـتعملة تتضـمن Macbeth colour Checker، DC Colour Checker و IT وان تقنـات التثبيـت المتعـدد الحـدود

polynomial fitting techniques الذي يمكن تطبيقها لتوليد التنقلات أو التحويلات وهذه الطريقة تعرف colorimetric based camera characterization الذي يمكن استعمالها ويمكن تقسيمها الى نوعين هما قياس الحساسيات الطيفية للكاميرا واسترجاع الانعكاسات الطيفية.

- تخصص الكاميرا لونيا **colorimetrically–based camera characterization**: تفترض بأن الهدف الأساسي يملك لون N وان هناك تطبيق ninth-order polynomial regression لجعل empirical transformation model وهناك علاقة بين معامل الحشوة A coefficient (matrix A)، حشوه XYZ (M) وحشوة camera RGB (V) هي:

$$M = AV$$

لان M و V تكون معلومة وان coefficient matrix A يمكن تقديره بواسطة المعادلة التالية:

$$A = MV^T (VV^T)^{-1}$$

وان المعاملات في matrix A تكون معروفة وان قيم XYZ يمكن حسابها من قيم RGC المعطاة من المعدلة السابقة، حيث أن X,Y, Z =Av، وفي الأساس، ارتفاع الرتبة المتعدد الحدود المستعملة وأكثر دقة تحويل فراغ اللون وهناك بعض المتغيرات المهمة الذي تؤخذ بنظر الاعتبار وهي مواد هدف الاختبار وعدد الألوان المستعملة لتنفيذ معاملات التحويل وتوزيعها خلال فراغ اللون وان الخطأ بين قيم التحفيز الثلاثية المقاسة والمتكهنة predicted الذي يمكن حسابها باستعمال الفروقات اللونية.

- تخصص الكاميرا طيفيا **spectral –based camera characterization**: يمكن تقسيمها الى طريقتين هما:

أ. تقدير الحساسات الطيفية: وهي طريقة تقيس مباشرة الحساسيات الطيفية باستعمال مصدر الضوء الأحادي في فترة 10 دقائق وكل لون أحادي يقاس بواسطة

الكاميرا وبواسطة تصوير إنتاج الطول ألموجي للمصدر الضوئي الأحادي عبر الطيف المرئي وتسجيل إشارات RGB في كل طول موجي وانه يمكن قياس استجابات الكاميرا مباشرة.

ب. استرجاع الانعكاس السطحي: وهي طريقة المتكهنة الانعكاس السطحي وتعتمد الطريقة على عدد الوظائف الأساسية المستعملة واقل من عدد المكونات من الموجة الانعكاسي وبصورة عامة فأنه هناك العديد من الوظائف الأساسية لإنتاج وظائف الانعكاس الطيفية والطرق لإزالة هذه الظاهرة يمكن نجاحها جزئيا وان النموذج مع ثلاثة وظائف أساسية تعطي وظيفة انعكاس مع بعض الصفات إلا أن وظيفة الانعكاسية لا يمكن الحاجة إليها في المدى المرغوب اقل من واحد وأكثر من صفر وهناك طرق أخرى الذي يمكن تنبأ أو تكهن وظائفها الانعكاسية الطيفية مثل الطرق المبنية على أساس المتغيرات ومعامل عدم ثبات اللون وهذه الانتظمة تقيس التكهن لوظائف الانعكاسية الطيفية وان تلك الأجهزة تقلل الفروقات بين القيم في الأطوال الموجية في وظيفة الانعكاس وان معامل عدم ثبات inconstancy اللون لتجهيز انعكاسية تكهنية والذي تضمن مظهر لون ثابت عبر الاضاءات المختلفة.

ج. The DigiEye imaging system: استعمال الطريقة مبنية علاه على أساس الكاميرا الرقمية يمكن تطويره وان هذا الذي يتضمن الكاميرا الرقمية، الحاسوب مع محسس اللون sensor وصندوق الإضاءة وان الحاسوب يتضمن أربع وظائف هي تخصص الكاميرا، قياس اللون، تخصص القياس وتقيم النسجة، تستعمل الكاميرا الرقمية لحجز الصورة الذي توضع في صندوق الإضاءة وخاصة المصمم بواسطة Veri Vide المحدودة لإضاءة العينة في اضاءتين بديلة وان الكاميرا الرقمية المستعملة تكون مختلفة للتطبيقات المختلفة وان كاميرا التحليل المنخفض كافية لقياس الألوان لكاميرا التحليل المنخفض تحتاج لحجز الصور عالية النوعية مع تفاصيل دقيقة أو نسجية وان الحاسوب المستعمل بصورة رئيسية النظام والذي تتضمن المحرك لحجز الصور من الكاميرا الرقمية وان النظام يتضمن محسس اللون المستعمل لقياس ألوان CRT وهذه تضمن دوراً كبيراً للألوان اللونية العالية على الحاجز ويحتوي صندوق الإضاءة من نوع محفز D65 الذي يتضمن بيئة ضوئية ثابتة وان العينة تضاء بواسطة مجموعتين من المصابيح في

درجة 45 درجة الى العينة، وقياس الألوان فأن كلا المصباحين تستعمل إلا أن قياسات النسجة للعينة تكون مضاءة من جانب واحد فقط، وهذا ينتج تباين أو تغاير مرتفع وان صندوق الإضاءة المستعمل يكون حرج للانجاز الدقيق لصورة اللون لأنها تجهز بيئة إضاءة عالية الثبات. ويقوم الحاسوب في العديد من الوظائف:

1. تخصص الكاميرا **camera characterization**: والذي تقوم بتحويل إشارات كاميرا RGB الى تخصصات CIE بواسطة وسائل الكارت المثالي.
2. قياس اللون لحجز الصور اللونية ولقياس اللون في كل pixel أو مجموعة من pixels t في الصور المحجوزة والذي تم التعبير عنها في القيم اللونية ووظيفة الانعكاس الطيفي.
3. تخصص جهاز المراقبة **Monitor characterization**: الذي يستخدم للتدريج لضمان الصور الوفية عالية اللون على الجهاز.
4. **Texture profiling** لبناء الصورة لتحفيز تأثير تطبيقات الألوان المختلفة على أنسجة السطح المعطاة ولتطبيق الألوان على texture profile المعرف أوليا تطبيق تحليل اللون لقياس الأغذية الخاصة تحليل صور اللون يمكن تطبيقه لعدد من المواد الغذائية واخذ المنحني المقدر للبسكت المسوق السادة ويمكن تحليل الطماطة لتوزيع تفاوت اللون والحجم والشكل واللون، يمكن تقيم التفاح من ناحية اللون، العيوب، الشكل والحجم الذي تستعمل مخطط تفاوت اللون والتحليل الخطي، يمكن تميز المنتجات الغذائية من ناحية اللون والنسجة السطحية الذي تستعمل نقل Fourier السريع للتفاوت في اللون وتشبع وكثافة المعلومات ويستعمل تحليل الصورة في أنواع من الفلفل بواسطة التصنيف الإحصائي لتفاوت اللون ولدراسة اللون وكرات لحم الأبقار وللكشف عن العيوب في البطاطا باستعمال اللون والشكل واستعمال الأجهزة المدرجة مثل DigiEye وتستعمل أجهزة تدريج لتوضيح مشاكل ومحاليل الجهد لقياس العناصر في المظهر الكلي وان أول وصف هو مظهر الموز الناضج واللون والتركيب البنائي لحبوب الوجبة الصباحية واللمعان للبرتقال.

1. الموز: الألوان الموجودة على عدد من الدول في مراحل مختلفة من الإنضاج خلال الخزن بدرجة 21م يمكن قياسها وان توزيع pixel مبين في العينات، زيادة إنضاج العينات تمت دراسته من ناحية انتظام اللون حيث يحصل تكوين اللون الأسمر عند التلف لمتعدد الفينولات مما يدل ذلك على اكتمال النضج أما وجود الجلد الشفاف والبقع السمراء بسبب ظهور على سطح الجلد الذي يشير الى إن الفاكهة ناضجة كليا.
2. الحبوب: تنتج عند تعريض منتجات الحبوب الى درجة حرارة 180م خلال فترة 15 دقيقة لمدة 105 دقيقة، كل عينة تسلك مدى من الألوان من الأبيض الى الأسمر الداكن الدرجة الذي فيها تزداد مع وقت الشوي baking وتحجز الصورة وتربط من الخلفية الرمادية ويتم تحليلها، تسخن الحبوب مما يتطور اللون البني أو الأسمر للكربوهيدرات\الأحماض الامينية الذي يحدث عند تطور اللون والطعم وتتضمن الكرملة الهدم الحراري للسكريات بدون تساهم الأمين ويحدث تفاعل منتجات تحلل أكسدة اللبيدات مع البروتينات وهناك تفاعلات الصبغات المعقدة الذي تتضمن دكانه الكاروتينويدات الطبيعية الموجودة في الطبقات الخارجية من الحبوب ويمكن التعرف على التغيرات الكيماوية الشائعة المقابلة الى التغيرات في تطور اثنان من الصبغات الرئيسية ويمكن ملاحظة أقصى وأدنى القيم الذي تشير الى تباينات في التغيرات الذي تحدث في الحبوب.
3. لمعان أو بريق البرتقال: الفروقات بين تشتت الضوء عبر سطح الفاكهة أو الخضراوات يسبب ارتفاع الإدراك الحسي للبريق وان التشتت هو أعظم من السطوح الناعمة مثل تلك الموجود في الطماطة وان الجلد الخشن مثل في البرتقال الأقل منظاريه specular السطوح المشرقة تؤدي الى التطبيق الصناعي لتغطية الشموع المطبقة للفواكه وذلك لخفض التنفس مما تجعل الفاكهة أكثر جذابة وان الشموع مصممة لتقليل تبادل الغاز وفقد الوزن ونمو الفطريات تكون مصممة للمعان وان غشاء الشمع في السطح مع معامل انكسار مشابه وهذا ما يقلل الانتشار إلا انه يزيد تشتت الضوء الاتجاهي مما يجعل الفواكه لماعه وان البرتقال غير الملمع لا يملك شمع مطبق صناعيا الذي يكون ملمع مع 6 تطبيقات صغيرة لشمع النحل والتغيرات في الوسط الذي لا تعتمد على التلميع وان أقصى قيمة يمكن ان تكون لها علاقة للمعان وهناك زيادة معنوية في قيم التطبيق وان

اللمعان مع أدنى تطبيق يزداد الى أقصى قيمة وهذا يعتمد على المواد وطرق العمل المستعملة.

تطبيق تحليل الصور اللونية للتحليل الحسي للأغذية

تحليل الصورة يحدث فوائد معنوية لعدد من المساحات من العلوم الحسية الغذائية وإدراك المستهلك:

1. **بناء نظام ترتيب لون علم الغذاء:** دراسة الظواهر الحسية لمظهر الغذاء تعرقل أو تعاق بواسطة الطبيعة ثلاثية الإبعاد للون نفسه وهذا يمنع إنتاج تدريجات اللون الفيزياوية الذي يقلد تسلسلات تغيرات اللون الذي تحدث مع الصبغات الطبيعية والتغيرات التي تحدث في الكلوروفيلات والكاروتينويدات خلال إنضاج الطماطة واستعمال التقنيات الحديثة للتدريجات اللونية الفيزياوية يمكن أن يتطور مع علم الصبغات واللون للنظام الغذائي وهذا العمل يؤدي الى تطور أطلس اللون والذي يمكن أن يستعمل بواسطة المقيمين لقياس التغيرات في اللون الحيوي بسهولة وان التغيرات التي تحدث خلال إنضاج الموز واسمرار لون الحبوب يعزى الى بناء بعض الأنظمة المرتبة وهناك دراسة لصبغات الأغذية المجمدة المطبوخة مثل البازلاء المطبوخة المخزونة.
2. **الدراسات الحسية باستعمال الأجهزة المدرجة:** التصوير الرقمي يجهز طريقة لاتصالات اللون وانجازها وان الصناعات الغذائية الحديثة تربط الاتصالات المرئية بين نمو والمصنع في أجزاء مختلفة من العالم الذي تسهل قياس المحاصيل وانتخابها والذي يمكن أن تستعمل أجهزة التدريج لتطوير الإنتاج والانتخاب والمقيمين هم القدرة لرؤية المنتجات على الشاشة، ويمكن تطبيق التصوير المدرج للدراسة الحسية في الحقل الذي يجعل التأثيرات للمظهر يمكن تركيبها للمنتجات على الصفيحة وعلى الحزمة وعلى الرف المرد تقديرها ويمكن الجراءة في المخزن وفي المنزل وفي المستشفى.

طرق التحليل

الكاروتينويدات: دراسة الكاروتينويدات مهمة جدا لأنها تملك العديد من الوظائف الحيوية المرتبطة معها وتطور الطرق المحسنة لانجاز التقييم الذي يزيد من كفاءة التحليل كمياً ووصفياً والتحليل للكاروتينويدات يتضمن الاستخلاص، التصبن، العزل والتخصص والتعريف والكمية:

1. الاستخلاص الكاروتينويدات: تكون ذائبة في المذيبات القطبية الذي تستعمل للاستخلاص إلا انه عندما العينة مرتفعة محتوى الرطوبة فإنها تستخلص بواسطة مذيب قطبي المستعملة كمحور مثل الأسيتون، الميثانول وان الكاروتينويدات هي الكينات alkenes مع أواصر مزدوجة متعددة والذي تكون حساسية الى التفاعلات النوعية لهذه المجاميع الكيماوية مثل الأكسدة، الهلجنة وان المذيبات يجب أن تكون خالية من الأوكسجين، الحوامض أو الهالوجين لتجنب هدم الكاروتينويد وانتخاب المذيب مهم جدا للحصول على المستخلصات من النوعية العالية والمذيبات المثالية منخفضة قابلية الطيران وقابلية الالتهاب والسمية ولا توجد مذيبات مع كل تلك الخواص فأن مذيبات الكلوريد وثاني كبريتيد الكربون الذي تملك انجاز استخلاص مرتفع إلا إنها عالية السمية وان المذيبات الأخرى مثل الهكسان، الهبتان والايزواوكتان الذي تملك سرع استخلاص منخفضة إلا أن الأخرى تكون مهمة لاستخلاص الكاروتينويدات وان الهكسان يستعمل في مستوى صناعي وان الطريقة تكون مضبوطة عندما تطبق في استخلاص الزيت وهناك طرق استخلاص جديدة تحتاج الى تصميم لأنها في استخلاص المذيب أكثر من 50% من الكاروتينويدات المفقودة ولها علاقة كبيرة مع البيئة لان حجم كبير من المذيبات تنبعث الى الجو أكثر من 210 -430 مليون لتر من الهكسان وان المذيب البديل مثل الهبتان، ايزوبروبانول أو خليطهما ، ومن الطرق الأخرى المطبقة في استخلاص الزيت هي استعمال الإنزيمات الذي تستعمل في الفواكه وزيت البذور وفي بعض الطرق المقترحة فأن الماء يكون مستعمل كمذيب استخلاص وتطبيق تلك الطرق لاستخلاص الكاروتينويدات غير شائعة وان العملية- للصبغات الكاروتينويدات الذي فيها

الإنزيمات، الماء والأحماض العضوية من 6 -12 كربون يمكن استعمالها أو استعمال طريقة الاستخلاص الإنزيمي لإنتاج منتج الأقحوان منزوع الماء مع محتوى مرتفع من الكاروتينويدات وتستعمل طريقة استخلاص supercritical fluid لاستخلاص الكاروتينويدات لأنه من محاسنها إنها لها علاقة الى الطرق الأخرى الذي تكون سريعة وكفوءة ومنخفضة السمية وهذه العملية تظهر بأنها ذات كلفة عالية وتطبيقها لاستخلاص الليوتين والكاروتين وان تناظر الكاروتينويد يمكن ملاحظته وان ثاني اوكسيد الكربون يمكن استعماله كمذيب وتقليل وقت الاستخلاص.

استخلاص المذيب: يستعمل المذيب غير القطبي في حالة المواد المجففة مثل الايثر البترولي أو الهكسان.

استخلاص المذيب: يستعمل خليط من الأسيتون القطبي والهكسان غير القطبي لاستخلاص المواد الطازجة.

استخلاص supercritical fluid: يستعمل ضغط عالي لاستخلاص الكاروتينويدات مع ثاني اوكسيد الكربون والنتروجين أو المركبات الأخرى الذي تكون غازات في الضغط الاعتيادي ودرجة الحرارة.

2. التصبن: يستعمل لدراسة الكاروتينويدات لان معظم العمليات تستعمل محلول مع هيدروكسيد الصوديوم، من الطرق المهمة في دراسة وعمليات تصنيع الكاروتينويد هي التصبن والذي تظهر في الطبيعة بشكل خليط من الكاروتينات والزانثوفيلات مع الأحماض الدهنيه وبعض تلك الزانثوفيلات الذي تملك مجاميع هيدرو كسيل وهوي موجودة بشكل خليط من أسترات الأحماض الدهنيه وان التصبن مهم للحصول على خليط اقل تعقيد لتحليل الكاروتينويدات لان نفس الكاروتينويدات الهيدروكسيلية تظهر بشكل أكثر من مركب واحد بواسطة الاسترة وهذه العملية تستبعد الكلوروفيل وان المعاملة القلوية من طرق التصبن المهمة لان بعض الكاروتينويدات حساسة جدا مثل الكاروتينويدات الكيتونية مثل astaxanthin و fucoxanthin واستعمال اللايبيزات الميكروبية مثل

لايبيز جنس Candida cylindraceae الذي يستفاد منه لتصبن زيت النخيل الأحمر وتجرى العملية في الظلام وتحت جو نتروجيني.

3. الفصل: تحليل الكاروتينويد يتم الفصل وهو مفتاح المرحلة وان تجزئة الحالة phase partition هي الطريقة الشائعة الذي فيها الخليط قد يمكن فصلة كمجموعه من المركبات والعملية شائعة في تبلور الكاروتينويدات النقية وفي كروماتوكرافيا العمود والطبقة الرقيقة فأن المواد الداعمة المختلفة يمكن تطبيقها على أساس تخصص الكاروتينويد وخاصة كل كاروتينويد الذي غالبا ما يكون أليومينا تستحدث الأكسدة للمركب astaxanthin والأسيتون الذي لا يستعمل محلول فصل عندما يكون اوكسيد المغنيسيوم كحالة صلبة وان أفضل فصل يصل النية بواسطة كروماتوكرافيا الانجاز العالي الذي يكون من الطرق الأكثر فعالية للتحليل الكمي والوصفي للكاروتينويدات الذي يسمح لحساسية عالية وذوبان وسرعة تحليل باستعمال الظروف المثالية وان كفاءة الفصل يمكن تحسينها بواسطة استعمال كواشف جديدة مثل diode array detector DAD ويسمح الكاشف بعدة أطوال موجبة والتعرف عليها بواسطة تحليل الطيف للأشعة فوق البنفسجية وكواشف تأرجح المغناطيسي النووي والكتلي ومن الأعمدة الشائعة لتحليل الكاروتينويدات هي الداعم الصلب للحالة المعكوسة حيث يستعمل عمود 30 كربون الذي يسمح لإذابة المتناظرات ويمكن التعرف على المتناظرات الرئيسية وهي cis - 15 - 13-,13¯ , -9¯,9-9 all trans من الكاروتينويدات مثل الليوتين، زيازانثين، إلفا كاروتين وبيتا كاروتين والداعم الصلب C34 الذي لا يظهر أفضل انجاز من C30 وان الداعم الصلب هيدروكسيد الكالسيوم ممتاز لفصل المتناظرات الهندسية 5، 7 و 11 من الكاروتينات وتحسين الداعم الصلب مهم جدا لان النشاط الحيوي للكاروتينويدات مثل فيتامين A له علاقة الى التراكيب التناظرية والتقدير الدقيق والمضبوط الذي يعتمد على الفصل الجيد واستعمال capillary electrochromatography (CEC) المطبق لتحليل الكاروتينويد والانتخابية موجودة حيث تكون مكافئة الى تلك الملاحظة مع الكروماتوكرافيا السائل آلا أن الكفاءة تحتاج الى تحسين وفي فصل متناظرات بيتا كاروتين يستعمل كروماتوكرافيا السائل مع CEC.

تجزئة الحالة: يستخدم الايثر البترولي والميثانول 90% للحصول على الكاروتينويدات.

الكروماتوكرافيا مع المواد الداعمة المختلفة:

- الالومينا والسليكا تستعمل في الفصل على أساس القطبية
- اوكسيد المغنيسيوم، هيدروكسيد الكالسيوم أو كربونات الزنك المستعملة في الفصل على أساس عدد أو نوع الأواصر المزدوجة.
- كروماتوكرافيا الانجاز العالي HPLC معظم الطرق المستعملة لفصل الكاروتينويدات كروماتوكرافيا هي استعمال الكاشف وكواش فالكتلة المزدوجة والتارحج المغناطيسي النووي المهمة في التعرف على الكاروتينويدات.

4. **التمييز:** تستعمل تقنات الطيف المختلفة لدراسة الكاروتينويدات وان معظم الطرق مبنية على أساس الأواصر المزدوجة المرتبطة الذي تكون منزوعة الموقع في التراكيب البنائية للكاروتينويدات وهذه الخاصة مرتبطة مع مستوى متهيج من الطاقة المنخفضة وان النقل الالكتروني هو في المنطقة المرئية والكاروتينويدات ملونه من الأصفر الى الأحمر وان التركيب البنائي للكاروتينويد – البولين polyene يجعلها في فعالية عالية وان التفاعلات مثل الأكسدة أو الحساسية الى مهاجمة الالكتروفيلي الشائعة وان الطريقة المطبقة في خواص الكاروتينويد غالبا ما يكون طيف الأشعة فوق البنفسجية – المرئية الذي تعطي معلومات حوالي مجاميع النهاية وعدد من الاواصرة المزدوجة ووجود مجاميع الكربوكسيل والتأثيرات الايزوميرية، فأن تقتات الأشعة فوق البنفسجية – المرئية تحلل أقصى امتصاص، الشكل والتركيب البنائية الحرة من الطيف الذي تعد خاصية كروموفور الجزيئة وان كاشف DAD لكروماتوكرافيا الانجاز العالي تسمح التعرف على الكاروتينويدات ومن الطرق الأخرى هي طيف الأشعة فوق الحمر Infrared والتأرجح المغناطيسي النووي NMR المطبقة كوسيلة قوة لتخصص جزيئات الكاروتينويد المجهول إلا أن استعمالها لا يكون شائع حيث أن LP هو بتروليوم خفيف، E هو ايثانول، C هو كلوروفورم، B هي البنزين و A هي الأسيتون وأخيرا H هو الهكسان وان معظم تقنات التخصص هي طيف

الكتلة (MS) Mass spectroscopyt وهذه الطريقة مطبقة لتقيم الوزن الجزيئي ونموذج التجزئة للمركبات المحللة المستعملة لتثبيت التركيب البنائي للكاروتينويدات وان المساوئ الرئيسية لطيف الكتلة هي التجزئة الضعيفة إلا أن كتشف الكتلة المزدوج يحل هذا العيب وأجهزة HPLC/MS تكون شائعة كوسيلة تخصص وان MS حساس جدا والعينة من femtomolar الى attomolar المستعملة وان كاشف رش الكهرباء electrospray detector الذي تملك تحديدات للكشف في مدى من 0,1- 1 ملغم باستعمال نموذج الايون الموجب والاستفادة من جهاز LC–MS احل واحد من التقييمات المعقدة وقياس التوافر الحيوي لبيتا كاروتين والريتينول والتوافر الحيوي يقدر بعد إضافة جرعات عالية من بيتا كاروتين من 12- 30 ملغم\يوم أو المركبات المقدرة ولا واحد من تلك الظروف فسيولوجية وامتصاص أو التحويل الحيوي الذي يؤثر عليها ومن الأجهزة الأخرى الممكن استعمالها هو كروماتوكرافيا الغاز- طيف الكتلة gas chromatography(GC)–MS إلا أن الكاروتينويدات حساسة جدا وتحضير العينة يكون متعب وبدلا من تلك الطرق يمكن استعمال LC–MS باستعمال بيتا كاروتين معلم بالكربون -13 وكاشف الكتلة للتأين الكيماوي الضغط الجوي APCI وهذه الأجهزة تظهر استجابة خطية في مدى من تركيز بيتا كاروتين من 0,4968- 99,36 بيكومول\ميكروليتر والحد المنخفض من التقدير الكمي هو 560 fmol، والحدود في الكشف تكون مشابه الى باميت الريتينول والرتنيل وان بيتا كاروتين المعلم وغير المعلم تظهر تشابه أوقات الحجز الذي تنتج في الطريقة المناسبة لتقييم الامتصاص والتوافر الحيوي لبيتا كاروتين وان كاشف APCI في ارتباط مع عمود C30 المستعمل لتميز التناظر الفراغي للكاروتينويدات والحد من الكشف في مدى من نسبة الكتلة الى الشحنة (m/z) من 200- 800 وتركيز 1pmol وان ازدواج HPLC-NMR لا يزال غير حساس كفاية للتعرف على العينة في مدى picomole إلا انه تبقى التقنية فقط للسماح للتركيب البنائي غيرالمتكافئ من المواد غير الثابتة مثل المتناظرات الفراغية للكاروتينويدات وتأثير الحرة والأوكسجين، وصفة التعرف على الكاروتينويدات هي الكروماتوكرافيا المشتركة مع العينة، الأشعة فوق البنفسجية – المرئية، وطيف

الكتلة والطرق الحديثة لدراسة الكاروتينويدات والطرق الطيفية الضوئية المستعملة لتقييم كاروتينويدات الشطة والذي من الممكن استعماها كمعدات لجعل التقييم شبه كمي وان القمم المثالية المرتبطة مع القمم الضوئية للشطة في المنطقي القريبة من فوق الحمراءnear Infrared من 800 الى 1000 نانوميتر ومن الطرق الأخرى في تخصص الكاروتينويدات هي استعمال الاختبارات الكيماوية وقياسات الانعكاس للوصف الجيد للون.

طيف الأشعة فوق البنفسجية – المرئية: الكاروتينويدات تملك أواصر مزدوجة الذي تبين امتصاص في هذه المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي وهذه الطريقة تعطي معلومات حول عدد ونوع الأواصر المزدوجة والمجاميع الوظيفية الأخرى.

طيف الكتلة Mass spectroscopy: هي أحد الطرق المستعملة في تخصص الكاروتينويدات بصورة رئيسية لأنها تحتاج الى كمية قليلة من العينة وتستعمل لدراسة الكاروتينويدات في الأنظمة الحيوية في طول موجي من 800 - 1000 نانوميتر.

5. **الاختبارات الكيماوية:** تعامل5، 6- ابوكسي كاروتينويد مع حامض الهيدروكلوريك لإنتاج 5، 8- ابوكسي كاروتينويد حيث يستعمل طول موجي من 7- 22 نانوميتر في حالة الابوكسييدات الأحادية و40 نانوميتر للابوكسيدات الثنائية وان كاروتينويدات الاليل الكحولي تعامل مع حامض الهيدروكلوريك لإنتاج كاروتينويد منزوع الماء وتطوير أصرة مزدوجة جديدة وتغير الأشعة فوق البنفسجية – المرئية يمكن ملاحظته إما الكاروتينويدات الكيتونية تعامل مع الهيدريدات في الايثانول أو رابع هيدروفيوران لإنتاج مركب مختزل يظهر طيف مرتبط مع طول موجي من 20 الى 30 نانوميتر

التناظر الايوني: عندما نعامل الكاروتينويدات من نوع all-trana مع محلول الايودين الذي تنتج تحويل من 1- 3 نانوميتر بواسطة عملية التناظر بواسطة التحويل من 1- 3 نانوميتر.

البيتالاينات

أ. **الاستخلاص:** عملية استخلاص البيتالايين يتم انجازها للاستخلاص الكامل باستعمال محاليل الميثانول أو الايثانول حيث ينجز الاستخلاص بدرجة حرارة منخفضة وفي الظلام وان المستخلص يحصل عليه بواسطة هذه الطريقة الذي تحتوي كميات كبيرة من السكريات وان القوة تكون ضعيفة وعملية التخمر تخفض محتوى السكريات وتحسن من عوامل التلوين وان بعض الأوقات توصف بأنها تثبط الأنزيمات الهاضمة بواسطة التسخين بدرجة 70م لمدة 2 دقيقة وهذا يحطم بعض الصبغات بسبب الطبيعة التركيبية، فأن البيتالايين هو مركب أساسي وأكثر تنقية يمكن انجازها بواسطة التحميض الخفيف مع حامض الهيدروكلوريك أو مع الايثانول المحمض من 0,4- 1% حامض الهيدروكلوريك وإضافة 95% من الايثانول ينتج بيتازانثينات، ويتم استخلاص المادة الخام بدرجة حرارة الغرفة أو ظروف مبردة أو ماء أو ميثانول أو ايثانول وحجم 20 -50% ثم التخمر باستعمال خميرة من جنس Sacharomyces cerevisiae أو Aspergillus niger ومن ثم التركيز

ب. **العزل والتنقية:** الطرق الشائعة المستعملة في عزل وتنقية وتحليل البيتالايين هي:

1. **الهجرة في المجال الكهربائي:** الذي تستخدم مادة داعمة هي الورق والمذيبات هي البيريدين، حامض الفورميك أو حامض الخليك وفولتية 5,6 فولت\سم ودرجة حرارة هي 4 م.
2. **الهجرة الكهربائية للمنطقة الشعرية capillary zone electrophoresis:** وهي تستعمل مادة داعمة هي السليكا المنصهرة والفولتية 22 كيلو فولت ودرجة حرارة هي 18م ويحصل فصل أشكال المتناظرة مثل البيتايين والايزوبيتايين بالإضافة الى aglycones.
3. **كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة:** المادة الداعمة الصلبة هي صفيحة مغطاة بالسيليلوز والمذيبات المستخدمة هي ايزوبروبانول: ايثانول: ماء: حامض الخليق بنسبة 6: 7: 6: 1 و 11: 4: 4: 1 والحامض يجعل الفصل سهل لان البيتالاينات تكون ذات حركة عالية وان المادة الداعمة الصلبة هي ثنائي اثيل

امينو اثيل سليلوز والمذيبات هي ايزوبروبانول: ماء: حامض ألخليك بنسبة 13: 4: 1 مما يحصل فصل جيد للبيتازانثينات.

4. **كروماتوكرافيا التبادل الأيوني:** المادة الداعمة الصلبة هي-Dowex ,50W A-25 و X2 ,Merck I , DEAE-sephadex

5. **كروماتوكرافيا الانجاز العالي:** المادة الداعمة الصلبة هي الحالة العاكسة CF8 الى C18 المسماة LiCheroSorb ™, Nucleosil ™، uBondapack ™، والمذيبات هي ماء: ميثانول أو ماء: اسيتونتريل والخليط يكون محمض مع حامض ألخليك، حامض الفورميك أو حامض الفسفوريك وان النظام الأيوني المزدوج يستعمل رباعي بيوتيل امونيوم وان الفصل يكون البيتاييين، البيتانيدين، ايزوبيتانيدين، وان البيتالاينات يمكن ملاحظتها مباشرة بعد الفصل الكروماتوكرافيا وفي التنقية التحضيرية، فأن استعمال التبادل الأيوني يليه كروماتوكرافيا العمود باستعمال متعدد الامايد،polyclarc-AT أو G-25, G-15 sephadex, polyvinylpyrrolidone الذي يوصي باستعمالها وان الصفات الهجرة في المجال الكهربائي الكروماتوكرافيا للمركبات المعزولة يمكن مقارنتها مع تلك المعلومات لانجاز التعريف الشامل لها وطريقة اختيار الفصل الكروماتوكرافيا للبيتالايينات هو HPLC باستعمال المادة الداعمة للحالة المعكوسة مع حجم جزيئة بين 3 -10 ميكروميتر وان الوصف بين الطرق الطيفية وكروماتوكرافيا الانجاز العالي يمكن ملاحظته وان الفروقات لغاية 15% بعد المعاملة الحرارية للبيتالايينات بعض الفروقات تعزى الى منتجات هدم أو تداخل المواد المتكونة خلال عمليات الفصل وان كمية البيتا للاين بواسطة الهجرة الكهربائية للمنطقة الشعرية متطابقة مع تقدير HPLC.

ج. **التمييز characterization:** من الضروري التميز بين الانثوسيانات والبيتالاينات ويمكن تصنيف النباتات الحاوية الصبغات ويمكن التميز بين تلك الأنواع من الصبغات وهناك العديد من الاختبارات الكيماوية المتطورة للتميز بين الانثوسيانانات والبيتالاينات (جدول-29).

جدول (29) التميز بين الانثوسيانات والبيتالاينات

إضافة	الانثوسيانينات	البيتالاينات
KOH ,NaOH	تغيرات اللون النهائي الى الأزرق – الأخضر	تغيرات اللون الى الأصفر
الهجرة في المجال الكهربائي	حركة تجاه الكاثود	حركة تجاه الانود
إضافة HCl الساخن	لون ثابت	تحطيم اللون
الاستخلاص + الكحول الاميلي	في اس هيدروجيني منخفض	لا يدخل أي أس هيدروجيني
كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة	حركة معتدلة	بلا حركة
بيوتانول: حامض خليك: ماء كروماتوكرافيا العمود	حركة معتدلة \ واطئة والفصل مع الماء	حركة عالية والفصل مع الميثانول | حامض الخليك

ومن التقييمات المهمة الأخرى المستعملة لتميز البيتالاينات هي الاختبارات الكيماوية لدراسة تركيب البيتالاينات وهي:

1. **Spectroscopy**: تتم قراءة البيتاسيانينات البنفسجية – الحمراء بطول موجي 540 نانوميتر وبيتا زانثينات الصفراء بطول موجي 480 نانوميتر.
2. **تحليل بيتاسيانانات**: يخفف مع حامض الهيدروكلوريك المخفف لإنتاج خليط من aglycones في أشكال متناظرة هب 15S, 15R ابيميرات والتحليل الإنزيمي ينتج فقط مناظر 15S.
3. **تحليل بيتازانثينات**: تحلل مع 1ع حامض الهيدروكلوريك او 0,6 ع من الامونيا الذي تنتج حامض بيتالاميك وأحماض امينية حرة.
4. **التسخين**: يتم تكسير بيتانين الى حامض البيتالاميك و-cyclo-DNA 5-O, glucoside

5. صهر القلوي: يسبب تشقق البيتانيدين الى 4-مثيل بيريدين -2,6-ثنائي حامض الكربوكسيليك وحامض الفورميك وتستعمل الطريقة لإنتاج بيتانين – ايزوبيتانين في نسبة 3: 2 في حين مع ايزوبيتانين تكون النسبة هي 2: 3.
6. تخليق البيتا زانثين: البيتانين في 0,6 ع محلول امونيا الذي تخلط مع 0,1ع حامض أميني وعندما يكون الحامض الاميني هو حامض الكلوتاميك وان I—vulgaxanthin هو بيتا زانثين.
7. تكوين neoderivatives: بيتانين هو خليط مع diazomethane في محلول الميثانول لتكوين أسترات المثيل المقابلة.
8. اللون: تقيم بواسطة جهاز قياس اللون في صنف البنجر الأحمر، فأن القيمة تستعمل كتقدير لنسبة بيتازانثيبن – بيتاسايتونين.

وهذه الصبغات تملك أقصى امتصاص في المنطقة المرئية وان التحويرات التركيبية يليها استعمال جهاز قياس الطيف المرئي–الأشعة فوق البنفسجية وان البيتالاينات تسلك أقصى امتصاص ثاني في المنطقة للأشعة فوق البنفسجية من 260 الى 320 نانوميتر ونسبة أقصى منطقة مرئية الى أقصى منطقة للأشعة فوق البنفسجية المستعملة كقياس لعدد من مجاميع الأسيل في التركيب البنائي وان كمية الصبغة تحسب بواسطة استعمال طرق رياضية مرتبطة مع طيف الامتصاص للمنطقة المرئية – الأشعة فوق البنفسجية ويتكون منحني غير خطي يناسب الطيف المستعمل مع وظيفة الصبغات الفردية مثل بيتانين، حامض بيتالاميك، وvulgaxanthin-I والطريقة تكون سريعة ودقيقة وان عزل البيتالايين لا يحتاج إليه وان الطرق التحليلية تظهر تقدم وان طريقة كروماتوكرافيا الانجاز العالي مزدوج معNMR, MS, DAD وان العزل والتعرف عليها ينجز تلقائيا وان العديد من الاختبارات الكيماوية تستخدم لتميز البيتالاينات وعدد منها مبني على ساس التغيرات في الأس الهيدروجيني وان تقييم كفاءة الصبغة هو قياس المتغيرات حسب المواصفات العالمية.

الانثوسيانات

1. الاستخلاص: الانثوسيانانات هي جزيئات قطبية أكثر ذوبان في المذيبات القطبية من اللمذيبات غير القطبية وان قابلية ذوبانها تعتمد على العديد من العوامل

منها بعض الأوساط، ففي قيم اس هيدروجيني، فأن جزيئة الانثوسيانين تكون غير متائنه وان الانثوسيانانات تكون ذائبة في الايثر ولا تكون ثابتة في المحاليل القلوية أو المتعادلة وان الطرق التقليدية لاستخلاص الانثوسيانانات مثل طريقة استعمال المذيبات الحامضية كما يلي:

أ. **في 0,001% حامض الهيدروكلوريك في الايثانول:** تكون معظم الطرق أكثر فعالية إلا أن حامض الهيدروكلوريك يكون متآكل ويملك الميثانول تأثيرات سمية في الصحة البشرية.

ب. **في 0,001% في حامض الهيدروكلوريك في الايثانول:** يكون 80% أكثر فعالية من الميثانول.

ج. **في 0,001% حامض هيدروكلوريك في الماء:** يكون 70% أكثر فعالية من الميثانول.

د. **الميثانول المحمض مع حامض الستريك:** يكون أكثر فعالية من الأحماض العضوية.

ه. **الماء المحمض مع حامض الخليك:** في كفاءته يلي حامض ألستريك، حامض التارتاريك وحامض الهيدروكلوريك.

و. **الماء مع 1000 جزء بالمليون من ثاني اوكسيد الكبريت:** الاستخلاص يكون أفضل من الذي يحصل عليه بواسطة استعمال الاستخلاص التجاري الذي يتضمن الايثانول: حامض الخليك: الماء.

وان أنظمة الاستخلاص المحورة تنتج أفضل إنتاج إلا إنها تكون أكثر أمان وان حامض الهيدروكلوريك يخدم في إدامة الأس الهيدروجيني المنخفض الذي يحفز تكوين إشكال ملونه من الانثوسيانين وهذا هو تأثير الحامض القوي الذي يستطيع تغير الشكل الطبيعي للانثوسيانانات بواسطة تحطيم بعض الارتباطات الضعيفة مع المعادن والصبغات المشتركة وان بعض الانثوسيانانات تحتوي مجاميع أسيل ثنائي الكربوكسيل الاليفاتية مثل حامض المالونيك، أماليك والاوكزاليك وهذه الحوامض تكون حساسة الى المحاليل المخففة من حامض الهيدروكلوريك في حين الحوامض الضعيفة مثل حامض ألستريك أو ألخليك تستعمل في طريقة الاستخلاص وان استعمال الأحماض العضوية

الضعيفة يوصى به لاستخلاص الانثوسيانانات المعقدة بالإضافة الى استعمال الايثانول أو ثاني اوكسيد الكبريت السائل أو محاليل ثنائية الكبريتيت للحصول على مركزات مع خواص نوعية جيدة وهذا النظام يستعمل لاستخلاص الانثوسيانانات من قشور عباد الشمس باستعمال الكبريتوز المائي (1000 جزء بالمليون من ثاني اوكسيد الكبريت) ويصل الى الاستخلاص الكامل خلال 1 ساعة الذي تقترح بأن التداخل للانثوسيانين مع HSO_3^- يكون مسؤول عن قابلية ذوبان الانثوسيانانات المحسنة مما يسهل انتشارها خلال جدران الخلايا.

2. العزل **separation**: في المستخلصات الخام فأن الانثوسيانانات تكون مخلوطة مع كميات مناسبة من مواد الاستخلاص مثل الفينولات المتعددة، البكتينات والسكريات ويمكن استعمال الانثوسيانانات في تقنات الفصل الكروماتوكرافيا لتنقيتها وفي تنقية الانثوسيانانات يمكن تطبيق متعدد فنيل بيرو ليدين غير الذائب، متعدد الامايد - متعدد فنيل بيرو ليدين، السيفادكس G-25 أو LH-20 أو كربون-18 للحالة المعكوسة، التبادل الأيوني الضعيف مثل Amberlite CG-50، متعدد الاثيلين كلايكول ثنائي ميثاكريليت والسيليلوز- نوع راتنجيات ويمكن استعمال Toyopearl HW-40F لعزل الانثوسيانانات ويكون أفضل ذوبان من مع السيفادكس LH-20، وطرق العزل تتضمن ادمصاص في كروماتوكرافيا الورقة، كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة، كروماتوكرافيا droplet countercurrent ويستعمل الآن كروماتوكرافيا الانجاز العالي وكروماتوكرافيا الانجاز العالي الشعري لإذابة خليط المعقد الذي تسمح لفصلها وتقديرها كميا وتختلف الأنظمة المذيبة لاستخلاص الخليط.

3. التمييز **characterization**:

أ. جهاز قياس الطيف **spectroscopy**: تكون الانثوسيانانات صبغات ملونة والذي تدرس بواسطة الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية - المرئية وهذه الطريقة تعطي معلومات قيمة جدا حول التركيب البنائي للانثوسيانانات مثل عملية الأسيلة acylation، إضافة الكلوكوز glycosylation، وجود

مجاميع الميثوكسي والصبغات المشتركة ويتم استعمال الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية – المرئية والخواص التركيبية البنائية للانثوسيانانات.

ب. **أقصى طول موجي:** يستعمل طول موجي 250-275 نانوميتر ويكون الشريط مرتبط مع امتصاص الحلقة A وطول موجي 465 – 560 نانوميتر ويكون الشريط مرتبط مع امتصاص الحلقة B و C وفي الحلقة B فأنه يتحول ارتفاع الصبغة الكرومية hypsochromic shift في علاقتها الى الحلقة B غير المضاف لها سكر وفي موقع C-3 فأن يتحول انخفاض الصبغة الكرومية bathochromic shift في طول موجي لأقصى امتصاص وفي موقع كربون -5 فأنه يحدث الامتصاص في طول موجي 440 نانوميتر.

ج. **الاستبدال في أسيلة الموقع الخامس:** وتحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية فأن تلك الجزيئات تسبب وميض عندما يستعمل 5% كلوريد الألمنيوم الكحولي $AlCl_3$ المضاف الى 0,1% محلول صيغة في 0,1% حامض الهيدروكلوريك – ميثانول وان تحويا انخفاض الصبغة الكرومية في 15 – 35 نانوميتر من أقصى الطيف المرئي الذي تلاحظ فقط عندما مجاميع الهيدروكسيل في الموقع ‾5,‾3 تكون حرة غير مؤسيلة ومن أقصى الامتصاص في المناطق الأخرى هي الامتصاص الضعيف الذي يلاحظ في طول موجي من 310- 335 نانوميتر وان الانثوسيانات المؤسيلة المعقدة تسلك أقصى امتصاص في طول موجي 560 الى 600 أو600- 640 نانوميتر في أس هيدروجيني أكثر من 4.

د. **نسبة أقصى أشعة فوق البنفسجية:** أقصى امتصاص مرئي وأقصى امتصاصية بطول موجي 440 نانوميتر\أقصى امتصاص مرئي: تجهز معلومات بخصوص مدى وموقع استبدال الكلايكوسيل.

هـ. **وجود الصبغات المشتركة:** تأثير ارتفاع الصبغة الكرومية الذي تزاح الى أطوال موجية عالية مرتبطة مع أكثر الأجناس الملونة وتحويل انخفاض بواسطة تأثيرات المذيبات.

ومن ناحية أخرى فأن الطرق المختلفة المطبقة لدراسة التركيب البنائي للانثوسيانات، ومن الطرق الطيفية الأخرى المستعملة في دراسة الانثوسيانانات هي:

أ. **RAMAN: يستعمل لدراسة الانثوسيانانات في الأنسجة الحية لتقييم استبدال الانثوسيانانات**

ب. **Diode array detection (DAD) مع كروماتوكرافيا الانجاز العالي:** بعد العزل بواسطة كروماتوكرافيا الانجاز العالي فأن هذه الطريقة تسمح للتعرف على صبغات الانثوسيانانات.

ج. **استعمال التارحج المغناطيسي النووي:** التعرف على التركيب الكاملة لمادة الانثوسيانانات الكاملة من التركيب البنائي للانثوسيانين الجديد اللازم لاستعمال NMR في البروتونات والكربون.

د. **طيف الكتلة:** التقييم لكتلة الجزيئات في الانثوسيانانات المهمة في ثبات التركيب البنائي للانثوسيانينات.

ه. **ازدواجية الالون الدائري circular dichroism:** تستعمل لدراسة ظاهرة التصبيغ المشترك.

الأهمية الخاصة تعطي فكرة عن كاشف الإشعاع الدايودي diode array detector (DAD) المزدوج مع كروماتوكرافيا الانجاز العالي الذي يكون شائع الاستعمال في معظم المختبرات والمعامل الصناعية وان استعمال التأرجح المغناطيسي النووي NMR في واحد أو اثنين من الأبعاد يسمح للتميز التركيبي الكامل للانثوسيانانات وخاصة عندما NMR ألبروتوني يستعمل لدراسة ظاهرة التصبيغ المشترك وان الخلفية الرئيسية لجهاز NMR هي أن كميات كبيرة من المواد المنقاة تكون لازمة للاستخلاص وعندما تستعمل كميات قليلة فقط من المواد المتوافرة فأن من الشائع استعمل طيف الكتلة MS وهذه الطريقة تكون عامة بعد استعمال fast atom bombardment (FAD) الذي تسمح الى تأين الجزيئات القطبية وغير الثابتة وهذا فأن غرفة التأين يليها تحسينات مثل الرذ الكهربائي electro spry والرذ الحراريthermo spray, بالإضافة الى كروماتوكرافيا الانجاز العالي مع طيف الكتلة الذي تستخدم في دراسة المنتجات الطبيعية منها الانثوسيانانات، استعمال تأين الضغط الجوي atomospheric pressure ionization(API)، تأين الرذ الكهربائي(electro spray ionization (ESI وطيف الكتلة في كروماتوكرافيا الانجاز العالي\طيف الكتلة واستعمال ion trap multiple/mass

(MS /MS) spectrometry المطبق للتعرف على الانثوسيانات وان استعمال matrix-assisted laser desorption/ ionization (MALDI)MS(MALDI – MS) لتقييم تقدير الانثوسيانينات في النبيذ الأحمر وعصير الفاكهة الذي ينتج في منتجات نوعية وكمية ودراسة تطبيقات في الغذاء التحليل التصنيفي.

الاختبارات الكيماوية: لتميز الانثوسيانانات، فأن الصبغات تكون معزولة ومفصولة وهي تتحلل مع حامض الهيدروكلوريك لاضطراب الأواصر الكلايكوسيدية وان الانثوسيانيدينات الناتجة تكون متحللة لطرد واستبعاد مجاميع المثيل وتركيبها البنائي الذي يختلف بواسطة الاختيارات الكيماوية ومن الاختبارات الكيماوية لتميز الانثوسيانانات هي:

أ. تفاعل Wilstatter: تكون ظروف التفاعل هي الايثانول المذاب مع حامض الهيدروكلوريك والمغنيسيوم حيث يكون التميز التركيبي هو تركيب بنائي من كاما – بنزوبيرون في كل الفلافونويدات والذي يمكن الكشف عن اللون من الأحمر الى الأخضر.

ب. المحلول الايثانول مع نترات الفضة في 12% في الماء: الذي تميز في التركيب البنائي للفلافونويدات مع مجاميع ألفا هيدروكسيل والذي يمكن الكشف عن تكوين مرآة الفضة.

ج. كروماتوكرافيا الورقة والمعاملة مع بخار الامونيا: للتميز الفلافونويدات والذي يمكن الكشف عنها في الألوان الداكنة والومضية.

د. ميثوكسيد الصوديوم 2,5% في الميثانول: لتميز الفلافونويدات مع مجاميع الهيدروكسيل في المواقع 3 و 4^{-}، ويمكن الكشف عن التغير في انخفاض اللون ألكرومي من الطيف وعندما تكون كثافة الأشرطة المرئية لا ينخفض ومن ثم وجود مجموعة الهيدروكسي في الموقع 4^{-}.

ه. خلات الصوديوم الصلبة: الذي يمكن تميز الهيدروكسيل في الموقع 7ويمكن الكشف عن التغير في انخفاض اللون ألكرومي في شريط الأشعة فوق البنفسجية.

و. كلوريد الألمنيوم في 5% في الميثانول: تستعمل للتميز الفلافونويدات مع مجاميع ألفا هيدروكسي ومجاميع الهيدروكسيل في الموقع الخامس أو الثالث وتستعمل للكشف عن التغير في انخفاض اللون ألكرومي في المنطقة الطيفية.

ز. كلوريد الألمنيوم في 5% في الميثانول مع محلول حامض الهيدروكلوريك: لتميز الفلافونويدات مع ألفا هيدروكسيل وللكشف عن التغير في انخفاض اللون ألكرومي بعد إضافة حامض الهيدروكلوريك.

وجود الأحماض الاليفاتية في التركيب البنائي للانتوسيانين يمكن الكشف عنه بواسطة الهجرة في المجال الكهربائي electrophoresis لأنها تكون تركيب بنائي zwitter من نوع ثنائي الشحنة وفي التركيب البنائي للانتوسيانين فأنه يملك أحماض فينولية كاسترات ولتقديرها فأن المستخلصات المركزة يمكن تحليلها مع 6 عياري من حامض الهيدروكلوريك بدرجة 100م لمدة 60 دقيقة وان المحلول يستخلص مع خلات الاثيل ويبخر تحت تفريغ ومن ثم يستخدم الناتج للتحليل بواسطة كروماتوكرافيا الانجاز العالي وان استعمال جهاز اللون colorimetry المطبق لإنتاج قيم عددية تمثل اللون وهي ذات علاقة جيدة مع التركيب الكيماوي وتركيز الصبغة.

مستخلص carmine/cochineal: كلا من مستخلصات carmine /cochineal تصنع من الحشرات الأنثوية المجففة من جنس Dactylopius coccus costa المعروفة باسم cochineal الذي تعيش على cacti معين والإنتاج الرئيسي في بيرو إلا إنها تنتج في شيلي، بوليفيا وجزر الكناري، تجنى مرتين في السنة ويتم نزعها يدويا مع أدوات مناسبة من أوراق cacti يليها جني الحشرات تجفف في الشمس قبل عمليات التصنيع وحشرة cochineal تستخلص باستعمال محلول قلوي والمستخلص الناتج إما أن يحول الى منتجات مختلفة بشكل مسحوق أو شكل سائل أو يحول الى carmine وان منتجات cochineal تكون ذائبة في الماء وبرتقالية في تطبيقات الأس الهيدروجيني المنخفض وكثافة اللون منخفضة نسبيا، الكرمين ينجز بواسطة تعقيد مستخلص cochineal مع الكالسيوم والألمنيوم، يمكن تعديله مع مالتودكسترات أو لاكتوز ويباع بشكل كارمين في تراكيز مختلفة وهو ذات لون وردي أو احمر وازرق الى بنفسجي، الكرمين لا يذوب في الماء والحوامض إلا انه يذوب في القلوي، يمكن الحصول على المحاليل والمساحيق الذائبة في الماء بإذابتها في محاليل سائلة هيدروكسيد البوتاسيوم، الصوديوم والامونيوم وهو يملك كثافة لونية عالية وذات كلفة عالية أعلى من مستخلص cochineal، حامض الكارمينك carminic acid

هـو صـبغة فعالـة في كـلا مـن مسـتخلص cochineal والكـارمين ومستخلصـات cochineal تبـاع بشـكل مسحوق مـع تركيـز عـالي مـن الحـامض أو بشـكل تركيـز منخفض وان الكـارمين ومسحوق الكـارمين الـذائب في المـاء يملـك تركيـز مـن 30 الى 60% حامض كارمينك بينما محاليل الكـارمين تملـك تركيـز مـنخفض مـن 2 الى 10% وان التطبيق الرئيسي هو في اللحـوم، الحلويـات السكرية، المشـروبات، الايـس كـريم، منتجات الألبان ومواد ومستحضرات التجميل، هناك تحديدات تكنولوجية على أساس أن الكارمين منخفض الأس الهيدروجيني بينا الراسب يحدث بتركيز منخفض اقل من 5 وان الكارمين الثابت حامضيا يتطور لإزالة هذا التحديد الذي يعطي لون احمر يـراق في أس هيدروجيني منخفض أو أن الكارمين ومستخلص cochineal ثابتة جدا للحـرارة والضوء ومقاومة للأكسدة وان الايونات الموجبة لها تأثير على طيف اللـون الـذي يزيـد من اللون الأزرق.

تقنيات التحليل وتقييم نقاوة اللون الصناعي

المواد الملونة تكون عالية التنظيم وهنـاك تبـاين في تشـريعات المـواد الملونـة وتختلف الألوان من بلد لأخر ويكون التركيـز غـير محدود، المحاسـن الرئيسـية للمـواد الملونة الصناعية تقع في نقاوة تلك المركبات ومستويات اللون النقـي وتقليـل الشـوائب أي غير ذائبة في الماء، ويمكن تحسين طرق التحليل متوفرة لتقييم المواد الملونة وخاصة كروماتوكرافيا الانجاز العالي وهي طريقة فصل حساسية جدا وحساسية عاليـة (جـزء بالبليون، جزء بالمليون) لا يمكن كشف الشوائب بسبب تحديدات التحليل، وتستعمل لتحليل 12 صبغة صناعية والطريقة تكشـف عـن كميـات قليلـة جـدا مـن 4 الى 10 نانوغرام وهي فعالة لتحليل الحلويات، العلك ومضافات الطعم ويمكن استعمال جهـاز قياس الطيف للتقدير الكمي في خليط المواد الملونة.

الكلوروفيلات

أ. عـزل الكلـوروفيلات: يمكـن الاسـتخلاص مـع الأسـيتون يليـه خطـوتي ترسـيب باسـتعمال خلـيط المـاء\dioxane للحصـول علـى الكلـوروفيلات المنقـاة جزئيـا وهـذا الخلـيط يقسـم بواسـطة كروماتوكرافيـا DEAE-Sepharose CL-6B

لفصل الكلوروفيلات أولا عن الكاروتينويدات وفي المرحلة الثانية باستعمال نفس المادة الماصة ويتم عزل الكلوروفيل a عن الكلوروفيل b وان مستخلصات الكلوروفيل يمكن تنقيتها جيدا واستعمال درجة الحرارة الباردة الموصى بها لمنع تكوين المتناظرات لعشر ذرات الكربونات.

ب. استخلاص الكلوروفيل: مستحضرات الكلوروفيل للمواد الملونه الغذائية يمكن الحصول عليها بصورة رئيسية من الجت من صنف Medicago sativa، القراص nettles من صنف Urtica dioica والعديد من الحشائش الخضراء وانه يمكن الحصول على الكلوروفيل c من أعشاب البحر السمراء seaweeds الذي تكون مصدر تجاري للالجينات و phytoplankton منفردة الخلية وهذه المصادر تكون مهمة لان الكلوروفيل c يملك قابلية ثبات اعلى من الكلوروفيل a والكلوروفيل b، عملية الاستخلاص للكلوروفيل الذي تكون سريعة لمنع تفاعلات الهدم مثل photobleaching او allomerization، ومن المذيبات المستخدمة في الاستخلاص هي الأسيتون، الميثانول، الايثانول والمذيبات المكلورة واستعمالها المحاليل الذائبة من الأسيتون الموصى بها في حين أن نسبة والماء يجب أن لا تزيد عن 10% وان الترشيح أو الطرد المركزي المستعملة لازالة المواد الصلبة من المذيب وبعد استبعاد المذيب فأن الناتج من الاستخلاص حوالي 20% الذي فيها الكلوروفيلات، phepphytins ونواتج الهدم الأخرى ومع بعض المواد النباتية فأن التسخين السريع في الماء المغلي يليه بواسطة التبريد حالا من الطرق الموصى بها وهذه الطريقة تحسن من قابلية الاستخلاص وقابلية الثبات بواسطة خفض إنزيمات الأكسدة والتحلل ولتجنب تأثير الظروف الحامضية فأنه يمكن إضافة كربونات الكالسيوم، كبريتات المغنيسيوم، بيكربونات الصوديوم وكربونات الصوديوم، ثنائي مثيل الأنين أو هيدروكسي الامونيوم، المستخلص المقابل هي للحصول على مستحضرات ذائبة في الزيت أو ذائبة في الماء وعندما المستخلص المجفف يعاد تعليقه في المذيب غير القابل للامتزاج مع الماء فأنة يمكن الحصول على منتج ذائب في الزيت وبواسطة هذه الطريقة فأن pheophytins الخالي من المعدن أو copper pheophytins يمكن الحصول علية عندما تكون العملية منجزة في ظروف حامضية وبوجود أملاح النحاس وان

الراسب المجفف يمكن تصبنه وان مجموعة phytyl تستبدل مع الصوديوم أو البوتاسيوم للحصول على المركبات الذائبة في الماء.

الكشف عن اللون المضاف: هناك مواد ملونة رئيسية مثل الاناتو، الكركم turmeric و coal tar dyes، بعض هذه الصبغات مسموح استعمالها فقط في بعض المنتجات، بينما استعمال الاناتو ممنوع الاستعمال في الحليب، استعمالها مسموح في الزبد للكشف عن الاناتو في دهن الحليب الخلط مع 2% من هيدروكسيد الصوديوم ثم يسكب على ورقة ترشيح، حيث تمتص ورقة الترشيح اللون والذي يبقى حتى بعد الغسل مع الماء، عند معاملة الصبغة مع قطرة من 40% كلوريد القصديروز وتجفف يتكون لون شاحب يشير الى وجود الاناتو، ويمكن الكشف عن الكركم عند استخلاص اللون بواسطة القلوي ومعاملته مع حامض الهيدروكلوريك، اللون البرتقالي الناتج يعامل مع H_3BO_3، اللون الأحمر يشير الى وجود الكركم، coal-tar –dyes يلتصق الى ألياف الحيوان اكثر من اللون الطبيعي، خثرة الحليب النقي بيضاء عندما تستخلص مع الايثر إلا ان الحاوية الصبغة تبقى برتقالية أو صفراء عندما تعامل مع حامض الهيدروكلوريك المركز مما تصبح وردية.

الفصل العاشر

علاقات الملونات بالأمراض

علاقة الملونات بالأمراض

أضحى معظم البشر متعباً ومرهقاً ومتذمراً في السنين الأخيرة مع ملاحظة تدن هائل في اللياقة البدنية وقوة التحمل التي كان يتمتع بها أناس زمان رافق ذلك ارتفاع كبير في نسبة الأمراض المستعصية والعضالة والخبيثة وتفشيها بصورة مهولة في البشر من كل الأعمار حتى يكاد يخيل للمرء أن كل الناس أصبحوا مرضى وأضحت مهنة التطبيب التي كانت إلى أمد قريب مهنة شريفة للتخفيف من آلام الناس ومداواة عللهم وأمراضهم والشعور بمعاناتهم مهنة لكسب المال والمزيد من المال مثلها كمثل الدجاجة التي تبيض ذهبا ولعل الملونات الغذائية تعتبر من أهم الأسباب الرئيسية لتدن اللياقة البدنية وتفشي هذه الأمراض في البشر حتى أضحوا كأنهم سلعة مغشوشة أو منسوخة بطريقة مشوهة للإنسان الحقيقي، فلو أخذنا مثلا الغذاء فمعظم الأغذية المعلبة المعروضة للبيع على رفوف الأسواق والمحلات الكبرى للتسوق والتي يقبل عليها الناس بكثرة خصوصا الأطفال هي أغذية مسمومة وتقتل الأجسام عرقا بعرق بصفة تراكمية للسموم في الجسم حتى تفنيه أو تظهر فيه أمراضا مستعصية أو خبيثة وتكمن خطورة هذه الأغذية في كمية الملونات الغذائية التي تحتوي عليها وهي كل مادة لا تستهلك عادة كغذاء في حد ذاتها ولا تستخدم كتوابل مميزة للغذاء، بل تضاف بغية تحسين المظهر ويمكن تصنيف الملونات الغذائية إلى ثلاث فئات، الملونات الغير الضارة بالصحة، ثم الملونات المثيرة للجدل، الملونات الطبيعية هي صبغات يتم الحصول عليها من مصادر طبيعية تشمل النبات كالفاكهة، الخضراوات وعصائرها ومساحيقها الكرز، البنجر، الشوندر، الجزر والعنب ومن التوابل كالكركم، الأعشاب، الحبوب كالذرة ومن نباتات أخرى كالشاي، الكاكاو، وكذلك من الحيوان والمعادن ويتم استخلاص الكلوروفيل وهو الصبغة الرئيسية الخضراء في النبات، الكاروتينويدات ذات اللون الأصفر والبرتقالي والأحمر والأنثوسيانين التي تعطي لونا أحمرا أو برتقاليا أو بنفسجيا وغيرها من الملونات الطبيعية وعموما فالملونات الطبيعية تختلف عن نظيرتها الصناعية في كونها آمنة أو أقل ضررا إلا أنها غير ثابتة تتأثر بالضوء والحرارة ومدة التخزين وغير متناسقة وقد تكون مصحوبة بظهور بعض النكهات غير المرغوب فيها في حين تبقى الملونات الصناعية أكثر تجانسا وأكثر ثباتا وأقل تكلفة وأكثر سمية وضررا وهو ما يشجع المصنع على استخدامها لا

تهم صحة المستهلك بقدر ما يهم الربح المادي وأخيرا الملونات الخطيرة على الصحة هي-Ponceau 4r E124 وهو ملون أحمر مخاطره الصحية تكمن في مشاكل الجهاز البولي والربو وفرط في النشاط، التارترازين الذي يحمل رمز E102 والأمارانت E123 والأريتروزينE127 وغيرها والتي تستخدم في تلوين الحلويات، العصائر، الشوربات، الصلصات، المقبلات، الوجبات السريعة، المثلجات والسكاكر والمسؤولة عن عدة أضرار تصيب الجهاز التنفسي، تسبب الحساسيات، والأمراض الجلدية وتؤثر على النشاط الدرقي، تهيج الأطفال وتصيبهم بالنشاط الزائد والاضطرابات السلوكية والعدوانية، قلة النوم، حدوث الحساسية والطفح الجلدي، الربو، السرطان، مشاكل في الكلى، حمى وصداع، قيء واسهال، انخفاض الضغط والرعشة، ضعف التركيز إضافة إلى مسؤوليتها عن ظهور بعض الأورام السرطانية والتي تسبب كل الأمراض المستعصية وتحول دون العلاج ولا يمكن علاج أي مرض بدون ترك السموم ومنها الملونات الغذائية ولذلك لا يتوصل الطب إلى العلاج النهائي لأن المريض لا يتوقف عن تناول هذه السموم أثناء فترة العلاج وان الفئة الأكثر تأثرا هي الأطفال، الرضع، كبار السن، مرضى الربو، مرضى الكبد والكلى مشيرا الى ان خطورة الملونات الغذائية تكمن في تركيز المادة المضافة في الغذاء وفي مقدار ما يتناوله المستهلك في اليوم، التاترازين المعروفة بأسم FD&C Yellow No.5 يسبب الحساسية للبشرة والتهاب الجلد والاصابة بالربو وبعض من الأمراض الأُخرى، الملون الاحمر او القرمزي المعروف بإسم Carmine والمصنوع من الحشرات المجففة يدخل اللون الاحمر في الاطعمة كما يدخل في بعض مستحضرات التجميل، المشروبات، اللبن الزبادي وحلوى مصاصات الاطفال حمراء اللون قد يسبب هذا النوع من الملونات الغذائية بعض من الحساسية، الملون الاصفر Annatto المصنوع من شجره امريكية الأصل تسمى Bixia orellana تسبب هذه المادة الحساسية المفرطة والشراهة في تناول الطعام، الملون الأصفر الالزعفران تؤخذ من زهرة نبات الزعفران فهي تسبب الحساسية المفرطة وهذا ما يدفعنا إلى محاولة تقصي أسباب تفشي هذه المرض وذلك بالتقرب من المرضى والأطباء والجمعيات لرصد جميع الأسباب المحتملة للإصابة بأكثر الأمراض فتكا بصحة وحياة الناس ومن الاخطار الممكنه نتيحة تناول الاغذية المحتوية على ملونات غذائية هي تارترازين E102 الذي يسبب الربو، الطفح الجلدي، الصداع النصفي، النشاط الزائد لبعض الاشخاص وهو يستخدم في فتات الخبز، اصابع السمك، الكيك، الصلصات،

المشـروبات وبعـض الحلويـات الـذي يمنـع في النـرويج وفنلنـدا، اصـفر الكوينـولين Quinoline yellow E104 الـذي يسـبب طفح جلـدي لـبعض الاشـخاص وهـو يستخدم في السمك المدخن ومشروب الليمون وهو ممنوع في اليابان، الولايات المتحـدة، كندا والنرويج، اصفر G 2 yellow 2 G E107 الذي تسبب الكميات الكبيرة مرض السرطان وتضخم الكلى وهو يستخدم في الحلويات والصلصات الـذي يمنع في الولايـات المتحدة، اسـتراليا، بلجيكـا، الـدنمارك، فرنسـا، النـرويج، السـويد، سويسـرا، المانيـا، اليابان، اصفر الغروب Sunest yellow E110 الذي يمكن ان يسبب الربـو، الطفح الجلدي والنشاط الزائد وهو يستخدم في المشروبات، الصلصات، الحلويـات والشـوربات الـذي يمنـع في النـرويج وفنلنـدا، كارموسـين Carmoisine E122 يمكـن أن يسـبب الربو، الطفح الجلدي النشاط الزائد وهو يستخدم في تـزيين الكيـك، المربى، الحلويـات، المشـروبات، الصلصـات والشـوربه الـذي يمنـع في الولايـات المتحـدة، السـويد، اليابـان وفنلنـدا، امارانـث Amaranth 123 الـذي يمكـن ان يسـبب الربـو، الطفـح الجلـدي، النشاط الزائد، السرطان وتلفاً في الجينات الوراثية في اختبارات معملية وهـو يسـتخدم في الفواكه المعلبه، المشروبات الغازيه، الشوربات، الحلويات، الزبادي، المربى والمخللات الذي يمنع في الولايات المتحدة، روسيا، النرويج، فنلندا ودول مجلس التعـاون، بونسـيو ponceau 4 R E124 فهـو يسـبب الربـو، الطفـح الجلـدي، النشـاط الزائـد وتلفاً للجينات في اختبارات معملية وهو يسـتخدم في البسـكويت، الفواكـه المعلبـه، الكيـك، المشروبات الغازية، خليط صلصات الجبنة والشوربات الذي يمنع في الولايـات النتحـدة، النرويج، كندا، اريتروسين Erythrosine E127 الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفح الجلدي، النشاط الزائد والجرعات الزائدة تسبب ورما في الغدة الدرقية وهو يستخدم في الفواكه، صلصات اللحوم، الكيك، البسـكويت، السجق، الشـوربات والصلصـات الـذي يمنع في النرويج، احمر Red 2 G E128 الذي يمكـن ان يسـبب الربـو، الطفـح الجلـدي، النشاط الزائد ويمكـن ان يسـبب تلـف في الجينـات الوراثيـة وهـو يسـتخدم في السـجق، منتجات اللحوم، الكيك، المشروبات الغازية والحلويات الذي يمنع في الولايـات المتحـدة، اسـتراليا، بلجيكـا، الـدنمارك، فرنسـا، النـرويج، السـويد، سويسـرا، المانيـا، اليابـان وكندا، بيشنت بلو Patent blue E131 الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفـح الجلـدي والنشـاط الزائـد وهـو يسـتخدم في الحلويـات، البزاليـا المعلبـه وهـو يمنـع في الولايـات المتحـدة، النـرويج، اليابـان، كنـدا ودول مجلـس التعـاون انـديكو كـارمين Indigo

Carmine E132 الذي يمكن ان يسبب الربو، الطفح الجلدي، النشاط الزائد، يسبب السرطان وتلف الجينات وهو يستخدم في خليط الصلصات، البسكويت والحلويات وهو يمنع في النرويج، ازرق براق Brilliant blue FCF E 133 الذي يسبب الطفح الجلدي لبعض الاشخاص وسببً اوراما في الكلى وهو يستخدم في المشروبات الغازية، الجيلي، الحلويات، صلصة النعناع والبزاليا المعلبة الذي يمنع في استراليا، بلجيكا، فرنسا، النرويج، السويد، سويسرا والمانيا، اخضر إي Greens E132 الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفح الجلدي والنشاط الزائد وهو يستخدم في الحلويات، صلصة النعناع، المشروبات الغازية والخضروات المعلبة توصيات الذي يمنع في الولايات المتحدة، النرويج، السويد، اليابان، كندا ودول مجلس التعاون، الكارميل إي Caramels E150 فأن بعض الانواع يمكن أن يسبب تلفا للجينات الوراثية، بعض الكاراميل يسبب نقصا في كريات الدم البيضاء ويمكن ان ينقص فيتامينB6 وهو يستخدم في البيرة، المشروبات الغازية، الصلصات، بعض أنواع الخبز الأسمر، الكيك والبسكويت حيث صدر في بريطانيا تقرير عام 1979م بأن بعض الاشخاص يتناولون من الكراميل كميات تفوق الكمية المسموحة، اسود بي ان Black PN E151الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفح الجلدي والنشاط الزائد وهو يستخدم في المربى والصلصات وهو يمنع في الولايات المتحدة، اليابان، النرويج وكندا، بني F K Brown F K E 145 الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفح الجلدي، النشاط الزائد، تلفا في الجينات الوراثية والقلب وهو يستخدم في بعض انواع الشيبس واللحوم وهو يمنع في دول المجموعة الاقتصادية للدول الاوروبية ما عدا بريطانيا وايرلندا ويمنع في استراليا، سويسرا، الولايات المتحدة، اليابان، النرويج، السويد ودول مجلس التعاون، البني الشيكولاته Chocolate Brown E155 الذي يمكن أن يسبب الربو، الطفح الجلدي والنشاط الزائد وهو يستخدم في الاغذية المحتوية على نكهة الشيكولاته والحلويات وهو يمنع في الولايات المتحدة، استراليا، بلجيكا، الدمارك، النرويج، السويد، سويسرا، المانيا، اليابان وفرنسا، الانانو Annano E160 الذي تسبب طفحاً جلدياً وهو يستخدم في الجبن، الزبدة الصناعية، البسكويت، الكيك، كريمة القهوه، المعجنات وكريم الرز ويمنع استخدام الانانو في المذيبات، أن مخاطر هذه الاضافات الغذائية لا تنعكس بشكل مباشر وفوري على الصحة البشرية غير أن تراكم عناصرها السلبية في الجسم البشري على المدى الطويل بعد سنوات من تناولها هو الذي يحولها إلى خطرة

وإلى سبب رئيسي للسرطان ولأمراض الحساسية وخاصة للهيجان عند الصغار وبالتالي فإنه حتى وإن أظهرت التحاليل الآن أن بعضها لها تأثيرات ضعيفة أو منعدمة فإنه بعد سنوات وبعد أن تتراكم هذه التأثيرات في الجسم البشري مما تصبح فائقة الخطورة وربما قاتلة، إن الملون ما يعرف باسم سودان 1وهو صبغة حمراء مستخلصة في الأصل من نبات سوداني وفي الهند تصنع هذه المادة على شكل مسحوق الفلفل الحار الذي تستخدم للأغراض الصناعيةوتستخدم هذه الصبغة في مذيبات الألوان والزيوت والشموع والبنزين وملمعات الأحذية والأرضيات وتحظر المواصفة البريطانية استخدامها في المواد الغذائية نظراً لتأثيرها المسرطن، ومن الأخطار الناجمة عن اضافة المواد الملونة الصناعية للغذاء أبرزها فقر الدم، زيادة عدد كريات الدم البيضاء، ارتفاع نسبة الدهون في الدم، زيادة فرص الإصابة بأمراض الأوعية الدموية والقلب فالأطفال بسبب عدم اكتمال أجهزتهم الحيوية هم الأكثر عرضة للاختلالات العصبية أو الهرمونية أو المناعية وهم أقل قدرة على حماية أنفسهم، أن الملونات الصناعية معروف خطرها وضررها على الناس حيث تسبب العديد من المشاكل تتفاوت بين التسمم إلى الشعور بالغثيان، الاضطرابات المعوية إذا تم الاكثار منها أو زيادة كمياتها في الأكل فبعض الملونات خطيرة وغير مجازة من الهيئات الصحية العالمية لأنها تسبب تشوه الأجنة والسرطانات وتؤثر على أداء وظائف الأعضاء والبعض الاخر منها ينحصر تأثيره على المستهلك مقارنة بكمية المادة المستهلكة فربما تكون المادة الملونة مجازة ولكنها تؤثر إذا تم الاكثار منها وهذه تخضع لعدة عوامل منها حساسية الجسم، مداومة الاستهلاك وتتمثل الآثار في حكة جلدية وضيق في التنفس واضطرابات معوية واسهال.

مرض السرطان

لا يزال السرطان يحصد يوميا مئات الأرواح من مختلف الشرائح والأعمار والارتفاع المرعب لمعدل الإصابة به ما انفك يشكل لغزا محيرا لدى الأطباء الذين وجهوا أصابع الاتهام للنمط الغذائي بات يرتكز بشكل كبير على المأكولات السريعة المشبعة بالملونات الغذائية وهذا ما ساهم في ارتفاع وتيرة الإصابة بالسرطان لدرجة أعلنت فيها الدولة عجزها في مواجهة السيل البشري من المرضى الذين يفارق أغلبهم

الحياة خلال السنوات الثلاث الأولى من الإصابة بسبب ظروف التكفل البدائية في مستشفياتنا وخاصة من ذوي المستوى المحدود فتجدهم يدخلون في حالة من الاكتئاب بمجرد معرفتهم بنتيجة الفحوصات الطبية والدخول في جو من الإحباط فالخضوع للعلاج عند مختص نفساني لأتمكن من الرجوع للحياة والتشبث بها من جديد وأن من أهم أسباب الإصابة بهذا المرض هو تغير النمط الغذائي والاعتماد على والمأكولات الجاهزة والمواد الملونة التي تباع في الأسواق وهذا ما يساهم في رفع وتيرة الإصابة بالسرطان خاصة في ظل غياب الرقابة وفي مقدمتها مصانع صناعة القهوة التي تخفي نسبة السكر المتكرمل المحروق في صناعة منتجاتها والذي يعتبر من أكبر مسببات السرطان لأن الملونات إذا تجاوزت نسبتها المحددة فإنها تتسبب في مضاعفات صحية خطيرة جدا وفي مقدمتها السرطان كما أن الملونات الغذائية التي توضع في الشربت بعيدا عن الرقابة تتسبب في السرطان، فملونات الكراميل الموجودة في مشروبات الكولا قد تسبب السرطان فهو عندما يصيب الإنسان فإنه يؤثر سلبا على معظم أعضائه الحيوية وهذا ما يتطلب علاجا متكاملا للمريض يجمع العديد من التخصصات وهذا ما لا يريد استيعابه أطباء السرطان الذين لا يرغبون أن يكونوا عنصراً من عناصر العلاج بل يعملون على أن يكونوا الكل في الكل وهذا ما يؤثر سلبا على علاج وحياة المريض.

سرطان البروستات: من العوامل المساعدة على انتشار مرض سرطان البروستات تكمن بتناول الاطعمة الغنية بالملونات الصناعية وكيفية انتشار سرطان البروستات وقدرته على الانتقال للاعضاء المجاورة له بشكل مباشر أو عن طريق الدم أو الاوعية اللمفاوية لافتا الى أن انتشاره وتشخيصه اخذ بالتزايد حيث تبدأ بالتضخم الحميد وتظهر نتيجته أعراض انسدادية بولية سرعان ما تتحسن بالمعالجة الدوائية أو الجراحة مشيرا الى ان سرطان البروستات نادرا ما يصيب الرجال قبل الخمسين من العمر.

الحساسية

تستعمل بعض شركات المشروبات الغازية مادة تسبب الحساسية المفرطة للاطفال، بالاضافة إلى كونها من المواد المسرعة في ظهور السرطان بالانسان أو ما

يعرف بالمواد المسرطنة E120 وهي ما يطلق عليها كارماين أو كارمين هي خضاب ذو لون أحمر مشرق اللون يمكن الحصول عليه من حمض الكرمنيك الذي تنتجه بعض الحشرات القشرية مثل الدودة القرمزية وحشرة القرمز البولندية ويستخدم اسم كارمين للدلالة على أحد درجات اللون الأحمر الداكن وقد يطلق عليه اسم Crimson Lake أو Cochineal أو Natural Red 4 أو C.I.75470 أو E120 ويستعمل خضاب الكارمين في صناعة الملونات الغذائية والأدوية ومستحضرات التجميل كما يستخدم في صناعة الزهور الصنعية والطلاء وأحمر الشفاه والحبر القرمزي والمواد الغذائية مثل اللبن وبعض أنواع العصائر وخصوصا تلك التي تتمتع بلون أحمر قرمزي وهي مادة مسرطنة تستخرج من خنافس تعيش في نبات الصبار الهندية للتغطية على المصدر الحقيقي للمادة التي قد تجعل الزبون يشمئز من شراء المنتوج بعد معرفته لأصل المادة وقد أصبحت هذه المادة ممنوعة الاستعمال في العديد من بلدان العالم التي تهتم بسلامة مواطنيها فيما لا زال المغرب يسمح بإستعمال هذه المادة دون تحذير المواطنين منها وهي ببساطة مجرد ملون ستخدم في تلوين المرتديلا وغيرها والتي بالعادة تصبح لا لون لها بعد مرورها بعدة عمليات لتحضيرها للاكل فيكسبها هذا المركب اللون الاحمر المميز والمحبب والذي يجعل الشخص يشعر وكأنه يأكل اللحم ولكن في الواقع هذا اللون الاحمر مستخرج من حشرة تعيش على الصبار حشره صغيره يمكن سحقها ببساطة باليد أو بأي شيء ثقيل فاذا هشمت خرج منها اللون الاحمر فالمركب الغذائي المشار اليه ليس مسموح به بكثير من الدول لما يسببه من حساسيه للاطفال وما يسببه من سرطانات على المدى البعيد.



يستخدم الكارمين كملون غذائي في العديد من المنتجات مثل العصائر، المثلجات، اللبن، الحلوى أو كملونات في مستحضرات التجميل مثل أحمر الشفاه وظل

العيون ومع أنه صبغة حمراء اللون إلا أننا نجده في الكثير من الأطعمة بدرجات اللون الأحمر مثل الوردي والأرجواني ويعرف عن الكارمين كملون غذائي تسببه في حساسية شديدة وصدمة تحسسية لبعض الأشخاص وقد تكون المنتجات الغذائية الحاوية على هذه المادة الملونة مصدرا للقلق بالنسبة للأشخاص الذين يتحسسون منها أو للناس النباتيين وبصورة أكبر لأتباع الديانات الملتزمين الذين يبحثون عن الطعام الحلال مثل الكوشر في اليهودية و اللحم الحلال في الإسلام وبإمكان بعض المواد الملونة أن تسبب تفاعلات فرط النشاط لدى بعض الأشخاص وعلى الغالب لا يعود سبب التفاعلات إلى فرط حساسية تحسسي ولا إلى داء حساسية وإنما الكمية التي يتم تناولها يكون لها أهمية في إحداث نوع من الحساسية عند فئة محددة من الناس حيث يحدث فرط الحساسية ضد المواد الملونة بشكل متكرر لدى المصابين بالحساسية الآتوبية/الحساسية الوراثية وتتوقف ردة الفعل غالباً على الجرعة وتختلف أعراض هذه الحساسية من شخص لآخر فقد تكون الحكة، الشري، نوبة الربو، الطفح الذي يتطلب الحكة والتهيج الجلدي خاصة حول الفم وإزعاجات من المعدة أو الأمعاء، تفاعلات أخرى قد تكون عابرة كالاحمرار، الشعور بالحرارة في الوجه وكذلك الألم في الرأس، أن بعض المصابين بالربو يتفاعلون مع صبغات الأزو وهي مجموعة من الملونات الاصطناعية يرمز لها E110, E112, E102 ومن رقم E122-E124 ورقم E151 وقد تم اعتبارها بأنها من المواد غالباً المسببة لتفاعلات فرط الحساسية وقد يعاني بعض الأشخاص من حساسية من المواد الملونة مادة التارترازين E102 وهي ذات لون أصفر تدخل في عدة أطعمة وسكاكر فهذه الملونات تسبب مشاكل عديدة أهمها الحساسية سواء جلدية أو تنفسية، مادة الصباغ القرمزية E120 ومادة الإيرتروزين E127 والمستعملة في صناعة الكرز المعقد بالسكر ومادة الأمارانت E123 المستعملة في صناعة بعض، في حال ظهور أي ردة فعل تحسسية اتجاه أي مادة من المواد السابقة يجب أن التوقف عن استهلاك هذه المواد الملونة فورا فهذه الملونات تسبب مشاكل عديدة أهمها الحساسية سواء جلدية أو تنفسية فعلى المستهلك أن يتمتع بقدر عال من الوعي والاعتدال في استهلاك هذه المنتجات الغذائية المصنعة ومراقبة الأصناف التي يتناولها الأطفال بشكل خاص ومحاولة انتقاء المواد الأقل ضررا وأقل نسبة مواد مضافة وليس الحل المطلوب استبعاد الملونات والمنكهات مهما كان الثمن إنما محاولة التخفيف في استهلاكها.

مرض الزهايمر

أن نوعاً من الأصباغ المشتقة من الأشنات وهي مزيج من الطحالب والفطر يعيش على جذوع الأشجار والصخور يمكن أن يقلل من البروتينات السامة التي ترتبط بنشوء مرض الزهايمر والمعروف باسم الأمايلويد وأن ما يعرف بصبغة الأورسين ذات اللون الأحمر ومركب أو-4 وهي مادة صبغية زرقاء يقلل من تجمعات بروتين الأمايلويد السام فهو يحفز تشكل لويحات أكبر من التجمعات الصغيرة للبروتين والتي تكون غير سامة الذي يرتبطان مع تجمعات الأمايلويد الصغيرة والتي تسبب اختلال الوظائف العصبية وضعف الذاكرة عند مرضى الزهايمر ومركب أورسين من الملونات الطبيعية المسموح باستخدامها في الصناعات الغذائية وهي تؤخذ من الأشنات التي تنمو في جزر الكناري ومناطق أخرى.

أمراض الجهاز العصبي

الغذاء لا يؤثر فقط على رشاقة الجسم ولكنه يمكن أن يؤثر أيضا على التفكير والتصرفات والشعور فالعديد من الأطعمة أو الاضافات الغذائية التي نستهلكها يمكن أن تؤثر على نظامنا العصبي مما يؤدي إلى التقلبات المزاجية، التعب والقلق وحتى الاكتئاب فالدقيق الأبيض يحتوي على عدد كبير من السعرات الحرارية ويسبب ارتفاع نسبة السكر في الدم ويمكن لأي كمية صغيرة منه أن تسبب تقلب المزاج وآلام الجوع، الصبغة الحمراء FD & C Red No. 40 هي ملون صناعي يتواجد في معظم الأطعمة الجاهزة مثل رقائق البطاطا، مزينات الحلويات، المشروبات الرياضية ومشروبات الفاكهة تسبب هذه المادة الحساسية، اضطراب فرط النشاط ونقص الانتباه لدى الأطفال، الملونات الصناعية الصفراء مثل FD & C Yellow No.5 هي صبغة الطعام الأكثر شيوعا والمستخدمة في الكوكيز والمشروبات الغازية وحتى العلكة وقد تم ربط هذه الصبغة الغذائية بمرض الربو، أمراض الحساسية واضطرابات المزاج لذا يجب تجنب تناول المواد السابقة قد المستطاع منعاً للتعرض لتقلبات المزاج.

الربو

يعرف الربو بأنه مرض مزمن يصيب القصبات الهوائية وهي المسالك التنفسية المؤدية إلى الرئتين ومنها حيث يتسم المرض بحدوث نوبات متكررة تتراوح بين عسر التنفس والأزيز والتي تختلف في شدتها وتواترها من مريض لآخر وبوجه عام تظهر أعراض الربو عدة مرات في اليوم أو في الأسبوع لدى المرضى المصابين به وقد تصبح أسوأ لدى فئة منهم أثناء مزاولة النشاط البدني أو خلال فترة الليل وأثناء نوبة الربو تتورم بطانة أنابيب الشعب الهوائية مما يؤدي إلى تضييق المسالك التنفسية والحد من تدفق الهواء إلى داخل الرئتين وخارجها وكثيرا ما تسبب أعراض الربو المتكررة الأرق والإرهاق أثناء النهار وانخفاض مستويات النشاط والتغيب عن المدرسة والعمل، علما بأن معدلات الوفيات الناجمة عن الربو تنخفض نسبيا مقارنة بأمراض مزمنة أخرى وهناك بعض المثيرات المختلفة المصدر التي تسبب تهيج في الشعب الهوائية وتسبب تفاقم أعراض الربو لدى المرضى ويؤثر النظام الغذائي بشكل مباشر على مرضى الربو ففي بعض الحالات يمكن لتناول بعض الأطعمة بما في ذلك حليب البقر والبيض والسمك والمحار ومنتجات الخميرة والمكسرات وبعض الملونات الغذائية والمواد الحافظة تجعل الأعراض أكثر سوءا.

المراجع

- Billmeyer, F.W. and M. Saltzman. 1981. Principles of Color Technology. John Wiley& Sons, New York.
- von Goethe, J.W. 1997. Theory of Colours. MIT Press, Cambridge, MA..
- FNB. 1971. Food Colors. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Francis, F.J. 1989. Food Colorants: anthocyanins. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 28: 273–314.
- Francis, F.J. 1999. Colorants. Eagan Press, St. Paul, MN..
- JECFA. 1975. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Geneva.
- JECFA. 1985. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Heath Organization, Geneva.
- Maga, J.A. and A.T. Tu. 1995. Food Additive Toxicology. Marcel Dekker, New York.
- JECFA. 2001. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Kirk, R.E. and D.F. Othmer. 1962. Encyclopedia of Chemical Technology. Interscience Publishers, New York.
- Pepoy, L. 1988a. Red lake C, in Pigment Handbook, Vol. 1. P.A. Lewis, Ed. John Wiley & Sons, New York, pp. 463–471.
- JECFA. 1992. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Rome.
- JECFA. 2000. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.World Health Organization, Beijing, China.
- International Foodcraft Corporation. 1998. International Foodcraft Corporation, Brooklyn, NY.
- Belbin, A.A. 1993. Colors in oils. INFORM 4: 648–654.

- Francis, F.J. 1999. Colorants. Eagan Press, St. Paul, MN.
- JECFA. 2001. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- FDA. 1999. Summary of Color Additives Listed for Use in the United States in Foods,
- JECFA. 2000. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Beijing, China.
- JECFA. 2000. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Beijing, China.
- JECFA. 2001. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Geneva, Switz
- De Reynal B., Multon J. L.: Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. Tec et Doc, Lavoisier (2009) (381).

المؤلف في سطور

المؤلف من مواليد 1951 شرقاط\نينوى، أكمل الدراسة الابتدائية من مدرسة أجميلة الابتدائية والدراسة المتوسطة من ثانوية الشرقاط والإعدادية من إعدادية حديثة في الانبار، والبكالوريوس في الألبان من جامعة بغداد، الماجستير والدكتوراه في كيمياء الألبان من جامعة علوم الألبان\الهند، حاصل على لقب الأستاذية في 22 \10\2007، لديه 23 شكر وتقدير، 7 شهادات تقديرية، عضو دائم في منظمة علوم الألبان الهندية وعضو في هيئة تحرير مجلة المجترات العالمية منذ عام 1997 لغاية 2001، تم انتخابه واحد من مجموع 30 أستاذاً متميزاً في العالم لإنجازاتي المتميزة والاستثنائية حسب الرسالة الصادرة من المجلة المؤرخة 2 آذار عام 1997، لدية عدد كبير من الكتب غير المنشورة، اشرف على 4 طلبة ماجستير، حاصل على 4 أوسمة الاستحقاق العلمي الذهبية من دار النشر الزراعي\لبنان، حاصل على المرتبة الثانية على كليات الزراعة في الملاكات العلمية بموجب الأمر الوزاري المرقم 5690 في 15\7\2000، له 48 مقالة علمية في مجلة أبقار وأغنام ، 16 مقالة علمية في مجلة دواجن، 6 مقالات علمية في جريدة الجامعة، 7 مقالات علمية في جريدة طب وعلوم، 20 مقالة في مجلة علوم العراقية، 4 مقالات علمية في جريدة الثورة، 11 مقالة علمية في جريدة القادسية، 11 مقالة علمية في مجلة جذور الأردنية، 3 مقالات علمية في جريدة الجمهورية، 7 مقالات علمية في مجلات متفرقة في الجامعية القطرية، الرسالة الإسلامية، جريدة العراق، المهندس الزراعي الأردني، آفاق جامعية، مجلة العابد، ولدية 49 بحث ومقالة علمية منشورة في مجال علوم الألبان وله كتب منشورة هي الطب الشعبي، عالج نفسك بنفسك، امراض العصر، موسوعة المرأة، موسوعة الطفل وتلوث البيئة والموسوعة الغذائية من 1-36.

المحتويات

الموضوع	الصفحة

الفصل الثالث

انواع الملونات

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الفصل الرابع

المواد الملونة كمضافات غذائية

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الفصل السادس

المواد الملونة كمستحضرات غذائية-دوائية

الموضوع	الصفحة



المُلونات في الأغذية







عمان - وسط البلد - تلفاكس 4640597 6 962+

ص.ب 184248 عمان 11118 الأردن

dar_alkindi@yahoo.com